Российская академия сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха

Биологический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

ОТ БОЛЕЗНЕЙ, ВРЕДИТЕЛЕЙ И СОРНЯКОВ

Москва

Картофелевод

2009

УДК 635.21:632.93
ББК 42,15 З 08

Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев, С. Н. Еланский, Г. К. Журомский, С. К. Завриев, В. Н. Зейрук, В. Г. Иванюк, М. А. Кузнецова, М. П. Пляхневич, К. А. Пшеченков, Е. А. Симаков, Н. П. Склярова, З. Сташевски, А. И. Усков, И. М. Яшина. **Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков.** — М.: Картофелевод, 2009. — 272 с.

Книга «Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков» состоит из двух частей. В первой представлены описания возбудителей болезней, основных вредителей и сорняков картофеля, а также неинфекционных повреждений ботвы и клубней. Отдельная глава посвящена способам идентификации болезней и вредителей. Во второй части приведены способы борьбы с болезнями, вредителями и сорняками на всех этапах производства картофеля – от подготовки почвы и посадки до уборки и хранения. Особое внимание уделено вопросам селекции картофеля на устойчивость к болезням.

Книга рассчитана на специалистов и руководителей сельскохозяйственных предприятий, агрономов, фермеров, научных сотрудников, студентов и аспирантов. Она будет полезна всем, кто серьезно относится к выращиванию картофеля.

В работе над книгой принимали участие лучшие специалисты из научных учреждений России и Беларуси. Авторы разделов книги: Б. В. Анисимов (главы 4, 5, 16), Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев, А. И. Усков (все – глава 2), С. К. Завриев (глава 11), С. Н. Еланский (введение, главы 1, 3, 10, 14), Г. К. Журомский (главы 6, 7, 11), В.Н. Зейрук (главы 3, 10, 11), В. Г. Иванюк (введение, главы 1, 8), М. А. Кузнецова (главы 1, 12, 13, 14), М. П. Пляхневич (глава 14), К. А. Пшеченков (глава 15), З. Сташевски (глава 9), Е. А. Симаков, Н. П. Склярова, И. М. Яшина (все – глава 17). В некоторых главах объединен материал, написанный несколькими авторами. Фотографии предоставлены Г. К. Журомским, С. Р. Майоровым и З. Сташевски. Общая редакция и подготовка текстов для публикации выполнены С. Н. Еланским.

Издано при поддержке Международного Научно-Технического Центра (гранты 3714 и 3440).

ISBN 978-5-903906-02-4 © Издательский дом Ивана Корытова, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур, используемая как в свежем виде, так и для переработки на картофелепродукты, основные из которых чипсы, картофель-фри, пюре, крахмал, спирт, а также на кормовые цели. Суммарный годовой урожай картофеля в мире составляет 328 млн. т (в 2006 г.), из них в России производится 37 млн. т. Средняя урожайность картофеля в России (по данным 2007 г.) составляет около 12,8 т/га, хотя расчетная потенциальная продуктивность большинства сортов превышает 50 т с гектара. Одной из причин такой низкой урожайности является широкое распространение болезней, вредителей и сорняков. В настоящее время в России насчитывается около 30 наиболее распространенных болезней, ежегодные потери урожая от которых составляют от 10 до 60 %. Богатые углеводами и водой ботва и клубни представляют собой благоприятную среду для развития самых разных возбудителей заболеваний и вредителей.

Важной особенностью картофеля является и то, что вследствие вегетативного размножения большинство поражающих его болезней передается через семенные клубни, которые и являются первичным источником инфекции для последующего заражения посадок. Картофель может поражаться болезнями на всех этапах жизненного цикла: до появления всходов, во время вегетации и в период хранения. Многие возбудители болезней способны также накапливаться и длительно сохраняться в почве.

Общие сведения о болезнях картофеля

Болезни картофеля обычно разделяют на инфекционные (паразитарные) и неинфекционные. Инфекционные болезни вызываются различными организмами: грибами, оомицетами, актиномицетами, бактериями, вирусами, вироидами, фитоплазмами, нематодами. Их отличительным признаком является способность передаваться от одного растения к другому. Каждый организм-возбудитель вызывает заболевание, специфичное по своим симптомам. Наиболее распространены из них следующие: увядания, гнили, некрозы (отмирание тканей), пятнистости, налёты, мумификация, деформация, наросты, изменения окраски (мозаики).

Увядания – характеризуются поникaнием листьев и стеблей. Основной причиной увядания является недостаток воды в растении, что приводит к снижению тургорного давления. Заболевание возникает, как правило, в результате закупорки проводящих сосудов бактериями или мицелием гриба.

Пятнистости (некротические) – отмирание отдельных участков ткани с изменением их окраски. Вызываются грибами, бактериями и вирусами. На пятнах грибного происхождения, как правило, отмечается спороношение гриба.

Гнили – размягчение тканей, их превращение в кащицеобразную или жидкую массу с неприятным запахом. Вызывают гнили грибы и бактерии. Загниванию чаще подвержены стебли и клубни, как наиболее богатые водой и питательными веществами органы. Различают гнили различной окраски (белая, розовая, бурая, черная), а также консистенции (мокрые и сухие).

Грибные налёты – развитие мицелия и различных спороношений на поверхности пораженных органов.

Мумификация клубней – клубень густо пронизывается мицелием гриба, после чего высыхает.

Деформации – проявляются в виде изменений формы листьев, стеблей, клубней под влиянием грибов, бактерий, вирусов, вироидов. Сюда относятся различные виды скручиваний листьев, морщинистость, курчавость, нитевидность ростков, веретеновидность клубней.

Опухоли (новообразования) – ненормальные разрастания отдельных частей растения. Чаще всего опухоли образуются под влиянием грибов.

Изменение цвета отдельных листьев, органов и всего растения связано, как правило, с вирусными болезнями. Проявляется в виде хлороза, мозаичности листьев, пестролистности и общего пожелтения.

Неинфекционные болезни наблюдаются в тех случаях, когда происходят нарушения условий, необходимых для роста и развития растений. Такие заболевания не способны передаваться от одного растения другому. Проявляются они при недостатке или избытке макро- и микроэлементов, влаги, при механических повреждениях, воздействии высоких или низких температур, солнца, озона и др. примесей воздуха, при неправильной обработке ядохимикатами. Внешние признаки неинфекционных болезней специфичны и проявляются в изменении общего вида растений (карликовость, недоразвитость и др.), окраски определенных органов, появлении некрозов на листьях. Иногда они сходны с симптомами некоторых вирусных болезней. Неинфекционные болезни угнетают растения, приводят к снижению урожая, потере товарных качеств клубней и увеличению поражения их грибами, бактериями, вирусами и вредителями. При нормализации условий окружающей среды симптомы неинфекционных болезней обычно исчезают.

Защита картофеля. Введение

Основные группы возбудителей болезней

Грибы

Грибы – это организмы, выделяемые в самостоятельное царство, отличающиеся как от растений, так и от животных. В отличие от растений они лишены хлорофилла и требуют для своего питания готовых органических веществ. В отличие от животных грибы не способны к активному поглощению пищи и питаются, всасывая питательные вещества из окружающей среды. Эти особенности питания наложили отпечаток как на морфологию, так и на физиологию грибов. Тело большинства грибов представлено мицелием, состоящим из тонких, сильно разветвленных гиф. Питание всасыванием заставляет грибы максимально погружать своё тело в субстрат. В то же время для активного распространения и захвата новых площадей споры (грибные семена) должны быть вынесены над субстратом. Для этого у грибов существуют разнообразные структуры (плодовые тела, спорангиеносцы, конидиеносцы и др.). В качестве источника энергии грибы должны утилизировать сложные органические соединения, которые вследствие большого молекулярного размера не могут проходить в клетку через оболочки. Поэтому грибы выделяют в окружающую среду ферменты – деполимеразы, расщепляющие крупные полимеры. И, наконец, чтобы вода с растворенными питательными веществами могла поступать из субстрата в мицелий, грибы вынуждены создавать в клетках гиф высокое осмотическое давление.

Число видов грибов огромно – по некоторым оценкам может достигать 1,5 млн. Такое большое число видов, а также богатый набор ферментов и других биологически активных веществ позволили грибам освоить самые разнообразные субстраты: от современных пластиков до живых растений и животных. Взаимосвязь грибов с растениями сложилась на очень ранних этапах эволюции. Именно поэтому подавляющее большинство грибов паразитирует именно на растениях. Сапротрофные грибы также

питаются преимущественно мертвыми растениями, оставляя трупы животных бактериям. В разложении мертвой древесины участвуют почти исключительно грибы.

Грибы разделяют на облигатных паразитов (способных жить только на растении, питаясь его соками), факультативных паразитов (живущих на мертвом органическом субстрате, но способных и паразитировать на растениях), сапрострофов, питающихся только мертвой органикой, и симбиотрофов, образующих на корнях растений микоризу. У паразитов мицелий расположен, как правило, внутри пораженного растения. В зависимости от степени паразитизма гриба меняется и характер распространения гиф в тканях пораженного растения. У облигатных паразитов мицелий, как правило, идет по межклетникам, а в клетки проникают особые выросты – гаустории, благодаря которым и осуществляется питание гриба. Такой тип питания обычен, например, для возбудителя фитофтороза. У факультативных паразитов гифы идут не по межклетникам, а через клетки, осмос питательных веществ осуществляется всей поверхностью находящихся в клетках гиф. Гаустории не образуются. Своими ферментами факультативные паразиты не только растворяют оболочку клеток растения-хозяина, благодаря чему проникают внутрь, но и обычно убивают их. После гриб питается содержимым убитой клетки как сапротроф. Такой способ питания свойственен большей части грибов – возбудителей болезней картофеля.

Чем сильнее выражены сапротрофные свойства гриба, тем большим набором ферментов он обладает, что позволяет ему поселяться на самых различных субстратах. Наоборот, чем сильнее выражены паразитные свойства гриба, тем меньший набор ферментов он имеет, в силу чего может поражать только ограниченное количество субстратов, вплоть до отдельных сортов растений. Такая приуроченность называется специализацией, а гриб – узкоспециализированным паразитом. К числу узкоспециализированных относятся такие грибы, как возбудитель рака картофеля *Synchytrium endobioticum* Schilb. и возбудитель порошистой парши *Spongospora subterrania* Wallr.

У грибов различаются два способа размножения – вегетативное и репродуктивное. Последнее происходит при помощи спор, образующихся бесполым и половым путем. Грибы могут производить огромное количество спор – одна особь образует десятки тысяч, а иногда и сотни миллионов спор. Все споры грибов можно разделить на две группы – покоящиеся и пропагативные (споры

распространения). Для покоящихся спор характерен период покоя, во время которого они обычно не прорастают, в то время как пропагативные прорастают сразу же после образования при наличии необходимой температуры и влажности.

Покоящиеся споры образуются как бесполым путем (хламидоспоры, например, у грибов рода *Fusarium*), так и половым (ооспоры, телиоспоры и др.). Некоторые споры не могут прорасти до тех пор, пока не созреют и не отделятся от спороносцев. Однако их следует отличать от настоящих покоящихся спор, которые способны прорасти лишь по окончании периода покоя, продолжающегося несколько месяцев или даже лет. Этот период представляет собой важный этап в жизненном цикле некоторых патогенных грибов, так как дает им возможность оставаться жизнеспособными в течение длительного времени при отсутствии растения-хозяина или при условиях, неблагоприятных для заражения. Покоящиеся споры некоторых грибов сохраняют жизнеспособность в течение нескольких лет. Так, например, покоящиеся споры возбудителя рака картофеля остаются инфекционными на протяжении 10 – 15 лет и более.

Покоящиеся споры имеют обычно толстую оболочку, довольно крупные размеры и желтую или темную окраску. Они содержат запасные питательные вещества (часто жиры). Покоящиеся споры патогенных грибов обычно появляются в конце вегетации на отмирающих или мертвых тканях растения-хозяина и перезимовывают на них или в почве до следующей весны.

Пропагативные споры (споры размножения) в отличие от покоящихся спор имеют тонкую оболочку, содержат меньше питательных веществ и обычно недолговечны. К спорам размножения относятся конидии, пикноспоры, зооспоры, базидиоспоры, аскоспоры и др. Эти споры образуются в огромных количествах в течение вегетационного периода и служат главным образом для распространения патогенов, а, следовательно, для распространения и развития болезни. В условиях мягкого климата такие споры могут перезимовывать. При благоприятных внешних условиях пропагативные споры обычно сразу же прорастают после отделения от спороносца. Отделение спор от спороносцев может быть активным, но чаще всего носит пассивный характер.

Дальнейшее распространение спор происходит при помощи различных агентов, среди которых большое значение имеет ветер. Мелкие и легкие споры подхватываются токами воздуха

и переносятся на расстояние от нескольких метров до многих сотен километров. Вода также может служить способом распространения грибов. Дождевые брызги распространяют споры на близко расположенные здоровые органы растений. Дожди и росы смывают споры с пораженных растений и способствуют попаданию их на другие растения и в почву. С дождевыми потоками, паводками, оросительными водами инфекция может переноситься на значительные расстояния.

Помимо образования основных спороносцев и спор, грибы обычно обладают способностью к *вегетативному размножению*. Вегетативное размножение патогенов часто происходит при неблагоприятных условиях развития. Так, при недостатке влаги, питательных веществ или воздействии других неблагоприятных факторов, гриб может образовывать хламидоспоры, геммы, склероции, ризоморфы и иные приспособления для своего сохранения, размножения или распространения. Эти структуры можно сравнить с клубнями, так как они служат для вегетативного размножения. С наступлением благоприятных условий склероции и микросклероции вновь прорастают, давая начало развитию гриба.

Из условий, определяющих рост и спороношение грибов, а, следовательно, и развитие болезней, основное значение имеет влажность. Большинство патогенных грибов интенсивно развивается при высокой влажности окружающей среды. Однако избыточное увлажнение почвы неблагоприятно для обитающих в ней грибов, так как при этом снижается доступ кислорода, необходимого для их развития. Наличие капельножидкой влаги или относительно высокой влажности воздуха – определяющее условие для прорастания спор и заражения растений.

Во время прорастания споры многих грибов образуют особые структуры, с помощью которых гриб проникает в растение, то есть заражает его. Этим грибы отличаются от бактерий и вирусов, лишенных способности проникать в растения путем активного роста. Данная особенность заражения и определяет особое значение условий влажности в развитии болезней, вызываемых грибами.

Рост грибов может проходить в довольно широких температурных пределах, примерно от 2 до 40 °С. Оптимальной для развития большинства патогенов является температура 20 – 25 °С. При температуре ниже 0°С активный рост грибов невозможен, но их споры и иногда грибница сохраняют жизнеспособность даже при сильных морозах.

Реакция среды также играет существенную роль в развитии грибов. Они предпочитают обычно кислую среду с низким значением рН. Некоторые виды способны хорошо расти на нейтральных и слабощелочных субстратах. Следовательно, грибы могут развиваться практически повсеместно, в самых различных условиях. Для патогенных грибов существенное значение имеет не сама возможность роста и развития, а возможность быстрого развития и распространения. Поэтому для каждого вида патогенного гриба определяют условия, обеспечивающие максимальное его развитие, а, следовательно, и наиболее сильное поражение той или иной сельскохозяйственной культуры.

Защита картофеля. Введение

Значительному поражению картофеля грибами способствуют кислые, плохо обработанные почвы, несвоевременные сроки посадки, уходов и уборки, недостаток удобрений и т. д. Многие грибы длительное время могут сохраняться в почве, на послеуборочных растительных остатках, клубнях, в погребах, на буртовых площадках и служить первичным источником различных болезней картофеля.

Знание оптимальных условий для развития возбудителя болезни дает возможность предсказать ее опасное распространение и своевременно провести профилактические мероприятия.

Царство грибов включает представителей нескольких независимо эволюционирующих групп (отделов). Во всех отделах царства грибов встречаются представители, поражающие картофель.

Отдел Myxomycota (миксомицеты или слизевики). Представители этого отдела очень близки к животным. Гаплоидная стадия их жизненного цикла представлена свободноживущими зооспорами и амебами, а диплоидная – плазмодием, не покрытым клеточной оболочкой и способным к амебообразным движениям. Подобно животным, плазмодии способны не только к всасыванию питательных веществ, но и к активному заглатыванию пищи.

Класс Plasmodiophoramycetes. Все представители этого класса – облигатные паразиты. Развиваются в воде или в почве в условиях высокой влажности. Среди них можно отметить *Spongospora subterranea* – возбудителя порошистой парши картофеля.

Отдел Heteroconthophyta (разножгутиковые). Это скорее водоросли, чем грибы. В жизненном цикле присутствуют зооспоры с двумя жгутиками разной длины. В составе клеточной оболочки – целлюлоза и глюкан (у большинства грибов – хитин и глюкан), оогамный половой процесс, сходные с водорослями процессы метаболизма.

Класс Oomycetes. Водные и наземные организмы, большинство видов которых имеет мицелий без перегородок. Наибольшее значение для картофеля имеют представители рода *Phytophthora*. *P. infestans* – возбудитель фитофтороза, одной из самых опасных болезней картофеля; другие виды этого рода могут вызывать корневые гнили в теплицах и южных регионах России.

Отдел Eumycota (истинные грибы). В жизненном цикле истинных грибов (за исключением представителей класса Chytrydiomycetes) нет подвижных стадий (амебоидов или зооспор). В составе клеточной стенки – хитин и глюкан. Включает классы Chytrydiomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes и формальную группу Deuteromycetes (несовершенные грибы). Несовершенные грибы представляют собой искусственно созданную группу грибов, у которых не было выявлено полового спороношения. В настоящее время грибы этой группы распределяют среди других классов на основании данных молекулярно-генетического анализа. Однако специалисты по защите растений традиционно относят многих патогенов к группе несовершенных, поэтому в данной книге мы будем рассматривать эту группу наравне с другими классами истинных грибов.

К классам Ascomycetes, Basidiomycetes и группе Deuteromycetes относятся многие патогены картофеля. Среди них возбудители листовых пятнистостей (грибы родов *Alternaria, Cladosporium* и др.), увяданий (*Verticillium, Fusarium*), гнилей (*Phoma, Fusarium, Alternaria, Rhisoctonia* и др.) и других болезней. К классу Chytrydiomycetes относится очень опасный патоген – возбудитель рака картофеля *Synchytrium endobioticum*.

Бактерии

Бактерии – самые мелкие клеточные организмы с прокариотным строением клеток. Как и грибы, они лишены хлорофилла и используют для своего развития готовые питательные вещества. Их размеры колеблются от 0,5 до 4,5 мкм в длину и от 0,3 до 0,6 мкм в ширину. Многие бактерии имеют палочковидную форму и подвижны благодаря наличию одного или нескольких жгутиков, но есть и неподвижные формы. Размножаются бактерии простым делением материнской клетки на две части. Деление клеток при благоприятных условиях происходит очень быстро. Каждая половина клетки достигает взрослого состояния через 20 минут, после чего она вновь делится на две части.

При наступлении неблагоприятных условий некоторые бактерии (род *Bacillus*) переходят к образованию спор по одной в бактериальной клетке. Споры выдерживают действие высоких и низких температур, кислот, щелочей. Попадая в оптимальные условия для своего развития споры прорастают, образуя одну вегетативную бактериальную клетку. Также некоторые бактерии образуют вокруг клеток полисахаридные капсулы, предохраняющие клетку от высыхания и действия солнечной радиации.

По способу питания большинство фитопатогенных бактерий относятся к гетеротрофным организмам. Поглощение питательных веществ из растворов происходит осмотическим путем через клеточную оболочку. Эти процессы осуществляются при участии комплекса протеолитических, пектолитических и окислительных ферментов. Некоторые бактерии образуют токсические вещества – фитотоксины, которые вызывают увядание, некрозы и хлорозы растений, способствуют гипертрофии тканей и развитию мокрых гнилей. Особую группу составляют азотфиксирующие бактерии, обогащающие почву такими азотсодержащими соединениями, которые могут усваиваться растениями.

Рост и размножение бактерий зависят от условий внешней среды: температуры, влажности воздуха и почвы, pH среды. Рост бактерий обычно начинается при +2 – +5 °C, оптимальной же температурой является +20 – +30 °C, максимальной +35 – +40 °C. Фитопатогенные бактерии хорошо сохраняются при низких температурах. Размножению их способствует повышенная влажность воздуха и почвы, особенно наличие на растениях капельно-жидкой влаги. Наибольший рост колоний бактерий наблюдается в нейтральной и слабощелочной среде (pH 7,0 – 7,5).

Различают две группы бактериозов: общее заражение растений, при котором поражаются корни или сосудистая система, и местное, ограниченное внедрение бактерий в отдельные органы или их части. Наиболее вредоносны общие бактериозы, так как они приводят растения к гибели. Местные бактериозы не доводят растения до отмирания, хотя и причиняют значительный ущерб.

По внешним признакам поражения бактериозы делят на гнили, увядания, некрозы, ожоги, наросты.

Источниками сохранения и распространения бактерий являются зараженные семена, посадочный материал, почва, остатки пораженных растений, сорняки, насекомые. Многие бактерии не теряют жизнеспособности в течение 3 – 4 лет. От растения к растению они передаются с помощью ветра, дождей, насекомых, нематод, человека.

Актиномицеты

Актиномицеты по характеру своей организации и по внутреннему строению занимают промежуточное положение между грибами и бактериями. Их вегетативное тело имеет очень тонкий ветвящийся мицелий, напоминающий мицелий некоторых грибов. Но в отличие от грибов они прокариоты, как и бактерии.

Актиномицеты очень широко распространены в почве, и обусловливают ее характерный «почвенный» запах. Большинство из них сапротрофы, питающиеся мертвым грибным мицелием.

Размножаются актиномицеты кусочками мицелия или спорами, формирующимися на специальных органах – спороносцах. Среди фитопатогенных актиномицетов особый интерес представляют виды, вызывающие обыкновенную паршу картофеля.

Вирусы

Вирусы – это неклеточные живые организмы, отличающиеся наличием только одного типа нуклеиновой кислоты (РНК или ДНК), отсутствием собственной белоксинтезирующей системы (рибосом), отсутствием ферментов энергетического обмена. Особенности организации ставят вирусы в полную зависимость от хозяина: все вирусы – облигатные паразиты бактерий, растений или животных.

Вирусные частицы (вирионы) состоят из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки. Нуклеиновая кислота – носитель наследственности и инфекционности. Белковая оболочка защищает нуклеиновую кислоту. Строением белковой оболочки определяется форма вирионов: палочковидная, нитевидная, сферическая, бацилловидная и др.

Все вирусы не могут размножаться, а большинство – и длительно сохраняться вне живых клеток растений. Лучший источник их сохранения в зимний период – зимующие вегетативные части зараженных растений. Поэтому наибольший урон вирусы наносят вегетативно размножаемым растениям, таким, как картофель. Особенности взаимоотношений вируса и растения специфичны для каждого возбудителя и хозяина. Один и тот же сорт картофеля может иметь устойчивость к одному вирусу и чувствительность к другому.

Вироиды

Вироиды – особый класс патогенов. Это вирусоподобные инфекционные агенты, не имеющие, в отличие от вирусов, характерных нуклеопротеидных частиц. Они представляют собой

низкомолекулярную одноцепочную РНК, не обладают антигенной активностью, высокоустойчивы к различным химическим и физическим факторам.

Среди известных вироидных заболеваний наибольшую опасность для картофеля представляет вироид веретеновидности клубней (ВВКК). Он встречается на всех континентах. В некоторых странах Европы ВВКК считается карантинным объектом.

Фитоплазмы

Фитоплазмы – полиморфные прокариотные организмы, содержащие два типа нуклеиновых кислот (РНК и ДНК). Они характеризуются высокой чувствительностью к антибиотикам тетрациклиновой группы и культивируются на искусственных питательных средах. Клетки фитоплазм, как правило, округлой, удлиненной или гантелевидной формы. Диаметр клеток – 0,1 – 1 мкм. Они окружены трехслойной элементарной мембраной, чем и отличаются от бактерий.

Фитоплазмы нарушают функцию сосудистой системы растений, что проявляется в задержке оттока пластических веществ из мест синтеза и в накоплении зерен крахмала в хлоропластах. Это приводит к проявлению одного из характерных признаков желтух – хлоротичности растений.

Для фитоплазменных заболеваний также характерно патологическое развитие генеративных органов. Это проявляется в позеленении цветков, превращении частей цветка в листоподобные образования, появлении множества цветков с искаженным развитием или тонких побегов из спящих почек.

Многие симптомы, развивающиеся на растениях при заражении фитоплазмами, имеют специфический характер. К таким относятся ведьмины метлы, представляющие собой множество веретеновидных побегов, нитевидные ростки клубней картофеля. Однако фитоплазмы вызывают и такие симптомы, которые присущи вирусным инфекциям: увядание, мелколистность, хлороз, антоциановую окраску листьев, некрозы и др.

Патогенные фитоплазмы сохраняются только в живых тканях растений: в клубнях, клубнеплодах, луковицах, корнях, корневищах. Резерваторами фитоплазм могут быть многие сорные растения, например, вьюнок, молочай, бодяк. В дикой сорной растительности фитоплазмы могут длительно сохраняться и размножаться. Переносчиками фитоплазм чаще служат цикады, реже – листоблошки, трипсы, клещи. Активные миграции их из природных очагов на культурные растения способствуют интенсивному распространению фитоплазменных инфекций.

ЧАСТЬ I. БОЛЕЗНИ И ИХ ВОЗБУДИТЕЛИ

1. ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ

Фитофтороз

Возбудитель болезни – оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Мицелий несептированный бесцветный, распространяется внутри тканей растения хозяина по межклеточному пространству. В клетки проникают особые выросты мицелия – гаустории. На поверхности пораженного растения гриб появляется в виде зооспорангиеносцев, выступающих на нижней стороне листа. Зооспорангии бесцветные, лимонообразные, одноклеточные с сосочковидным бугорком на вершине, размером 18 – 45 × 12 – 40 мкм. Зооспорангии могут прорастать напрямую – гифой или несколькими бесцветными подвижными двужгутиковыми зооспорами по 7 – 10 мкм в диаметре.

Вредоносность

Фитофтороз – самое вредоносное заболевание картофеля в большинстве стран мира. Главная опасность болезни – это высокая скорость её развития. При благоприятных погодных условиях численность популяций патогена растёт экспоненциально, а нарастание болезни в необработанных фунгицидом посадках восприимчивых сортов настолько стремительное, что от единичных больных кустов через 10 – 15 дней может заразиться всё поле, а через 3 недели растения могут быть полностью уничтожены. В России ежегодные потери от этого заболевания в среднем составляют около 4 млн т. В годы эпифитотий продуктивность восприимчивых к болезни сортов без применения специальных защитных средств может снижаться в 1,5 – 2 раза, а потери урожая достигать 50 – 60 %.

Серьёзные изменения в биологии возбудителя заболевания, произошедшие в конце XX века, привели к повышению его экологической пластичности, адаптивности и агрессивных свойств. «Новая» популяция *P. infestans* включает оба типа половой совместимости – A1 и A2. Ранее A2 тип обнаруживали только в Центральной Мексике, которая считается центром происхождения *P. infestans* (Fry, Spielman, 1991). «Новые» популяции приобрели способность к половому размножению. В результате увеличилась частота рекомбинаций *P. infestans*, и стало возможным образование половых покоящихся спор – ооспор, способных перезимовы-

вать в почве на растительных остатках. Современная популяция отличается от «старой» более высоким генетическим разнообразием и представлена, в основном, сложными расами.

Существенно возросла и агрессивность патогена, он стал менее зависим от температуры и влажности воздуха. Так, изоляты «новых» популяций способны инфицировать растения картофеля в интервале от 3 до 27 °C, в то время как для изолятов «старых» популяций этот интервал составлял 8 – 23 °C. При одинаковой температуре для инфекции растений изолятами «новых» популяций требуется почти в два раза меньший период капельно-жидкой влаги на листьях. В связи с этим увеличилось число возможных генераций патогена в течение вегетационного сезона, и увеличилась скорость развития болезни. В последние годы фитофтороз обнаруживается на картофельных полях необычно рано. За последние 3 – 4 десятилетия произошло смещение календарных сроков первого появления заболевания на 1 – 1,5 месяца (Иванюк, 2005, Филиппов, 2005). В настоящее время первые инфекционные пятна находят уже начиная с фазы смыкания ботвы в рядах, а иногда даже раньше – со времени полных всходов картофеля (Кваснюк и др., 2006). Существенно увеличился риск сильного заражения клубней.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. *P. infestans* поражает листья, стебли и клубни (рис. 1). Патоген развивается внутри листьев картофеля и вызывает образование темных пятен. В условиях высокой влажности воздуха с нижней стороны листьев вокруг пятен на границе здоровой и пораженной ткани появляется белый налет, представляющий собой спороношение оомицета. Споры разносятся дождем и ветром, попадают на здоровые кусты картофеля и заражают их. Пятна на инфицированных листьях становятся видимыми спустя 3 – 5 дней после заражения. В сухую погоду ботва буреет и засыхает, во влажную – загнивает.

На стеблях болезнь проявляется в виде темно-бурых продолговатых пятен, на которых во влажную погоду заметно спороношение. При сильном поражении стебли становятся ломкими. В отличие от пятен на листьях, стеблевые пятна могут спороносить в течение длительного времени.

Распространение болезни по полю, а также с одного поля на другое, происходит с помощью неполовых спор, называемых зооспорангиями. В пасмурную, влажную погоду зооспорангии могут сохраняться в течение некоторого времени жиз-

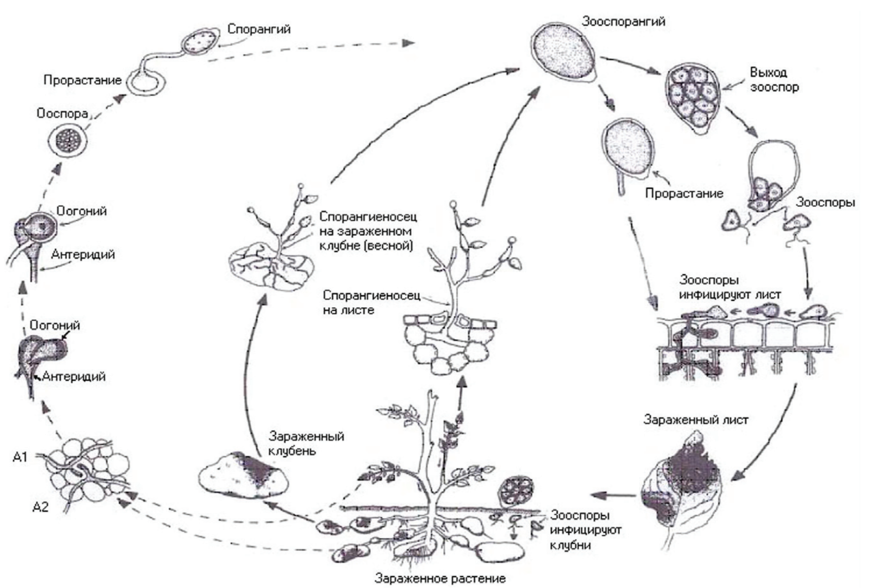

Рис. 1. *Цикл развития P.infestans*

неспособными, и переноситься на значительные расстояния. Зооспорангии, способные инфицировать растения обнаруживали в приземном слое атмосферы на высоте 1 км (Рогожин, Филиппов, 1983).

Зооспорангии сразу инфицируют растения путем прямого прорастания или образуют зооспоры, которые затем также прорастают и инфицируют ткани растений. Выход зооспор из зооспорангиев, их прорастание и заражение может происходить только при наличии воды, попадающей на растения в результате дождя, росы, тумана, искусственного орошения. Для заражения требуется, по крайней мере, 4 – 5 часов капельно-жидкого увлажнения поверхности тканей растений.

Клубни инфицируются через чечевички и повреждения кожуры. На клубнях образуются слегка вдавленные, резко ограниченные бурые пятна, мякоть под которыми имеет ржаво-бурую окраску.

Заражение клубней возможно с самых ранних этапов их формирования и до уборки урожая. В последние годы отмечаются также случаи спорообразования патогена на поверхности клубней и перезаражения их в хранилищах (Иванюк, 2004).

Выявлено три способа попадания зооспор на клубни: смыв их с пораженной ботвы дождем, контакт клубней с пораженной

ботвой и заспоренной почвой во время уборки, миграция зооспор в почве от пораженных семенных клубней к дочерним клубням. Наибольшее значение имеют первые два способа.

Связь степени пораженности клубней с динамикой болезни на ботве не однозначна. Сильное поражение клубней возможно как при высокой, так и при низкой степени пораженности ботвы. Пораженные фитофторозом клубни являются хорошей средой для вторичной бактериальной инфекции, приводящей к гниению клубней в период хранения.

В зимнее время, а также при жарком сухом лете, *P. infestans* сохраняется в виде мицелия в инфицированных клубнях, стеблях картофеля и плодах томата. Другой инфекционной структурой, способной к выживанию при неблагоприятных условиях, являются ооспоры, образующиеся в результате полового размножения.

В условиях России основное место перезимовки патогена – заложенные на хранение слабопораженные клубни. После посадки на поверхности таких клубней образуются зооспорангии, которые заражают подземные части стеблей или, в результате выноса зооспор по капиллярам на поверхность почвы, соприкасающиеся с почвой листья. Наиболее благоприятные условия для такого выноса зооспор создаются в тяжелой по механическому составу почве. При этом источником первичной инфекции являются как слабо пораженные клубни, давшие всходы, так и клубни, утратившие способность образовывать ростки из-за сильного поражения фитофторозом (Богуславская, Филиппов, 1976). Дополнительным источником инфекции растений могут быть зооспорангии, образующиеся на ростках зараженных и оставленных рядом с картофельным полем отбракованных клубней, а также ооспоры, перезимовавшие в почве на растительных остатках картофеля и томата. В последние годы отмечались случаи заражения картофеля после высадки в открытый грунт инфицированной в теплицах рассады томатов. Первичным источником инфекции, по-видимому, являются несущие ооспоры семена томата (Rubin, Baiden, Cohen, 2001). В некоторых регионах РФ отмечались случаи проявления фитофтороза на высаженной в открытом грунте рассаде томата раньше, чем в посадках картофеля (рис. I).

После образования на картофельном поле первичных очагов инфекции развитие фитофтороза происходит в виде отдельных вспышек, являющихся результатом перезаражений растений.

Меры борьбы. Проведение агротехнических и фитосанитарных мероприятий (севооборот, здоровый посадочный материал и др.) Выращивание относительно устойчивых сортов: Луговской, Прибрежный, Наяда, Батя, Вэлор, Подарунок, Губернатор, Брянская новинка, Нью-Йорк 121, Удача, Белоснежка, Елизавета, Чародей, Русский Сувенир, Ветеран, Снегирь и др. (см. раздел Подбор сортов). Проведение защитных обработок полей фунгицидами (см. раздел Химическая защита).

Альтернариоз

Возбудитель болезни – грибы рода *Alternaria*, наиболее опасные и распространенные из которых *A. solani* Sorauer и 3 мелкоспоровых вида *A. alternata* (Fr.) Keissl, *A. infectoria* E. G. Simmous и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire. Мицелий обоих видов септированный, слаборазветвлённый, состоит из тонких бесцветных гиф. Конидиеносцы *A. solani* длиной 40 – 120 мкм и диаметром 3 – 4 мкм, одиночные или собраны в пучки, иногда ветвящиеся, оливковые до коричневых. Конидии крупные 204 – 260 × 15 – 25 мкм, одиночные, булавовидной формы, с отростками длиной 70 – 140 мкм и 8 – 16 поперечными и 1 – 3 продольными перегородками, светло-оливковые до тёмных. Мелкоспоровые виды имеют конидиеносцы 50 – 80 мкм длиной и 2 – 4 мкм шириной и более мелкие конидии – 42 – 89 х 16 – 20 мкм с 4 – 10 поперечными и 1 – 4 продольными перегородками.

Вредоносность. Широко распространенное заболевание. Средний недобор урожая от альтернариоза составляет по России 5% от потенциального урожая картофеля. Особенно вредоносно заболевание в сухие и жаркие годы в Прибайкалье, на Дальнем Востоке, где потери могут достигать 40 – 50 %.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Болезнь проявляется в фазе бутонизации растений и развивается в течение всего лета. Гриб поражает главным образом листья, иногда стебли и редко клубни (рис. 2).

Сначала на нижних, а затем и на верхних листьях появляются сухие коричневые пятна. Темно-коричневые или черные пятна пораженных участков ткани могут появляться и на стебле.

Морфологически симптомы, вызываемые возбудителями альтернариоза, сходны. Зачастую пораженная ткань имеет форму концентрических кругов или «мишени», иногда – треугольника. Вначале гриб развивается в ткани без видимых симптомов. Первые признаки поражения проявляются обыч-

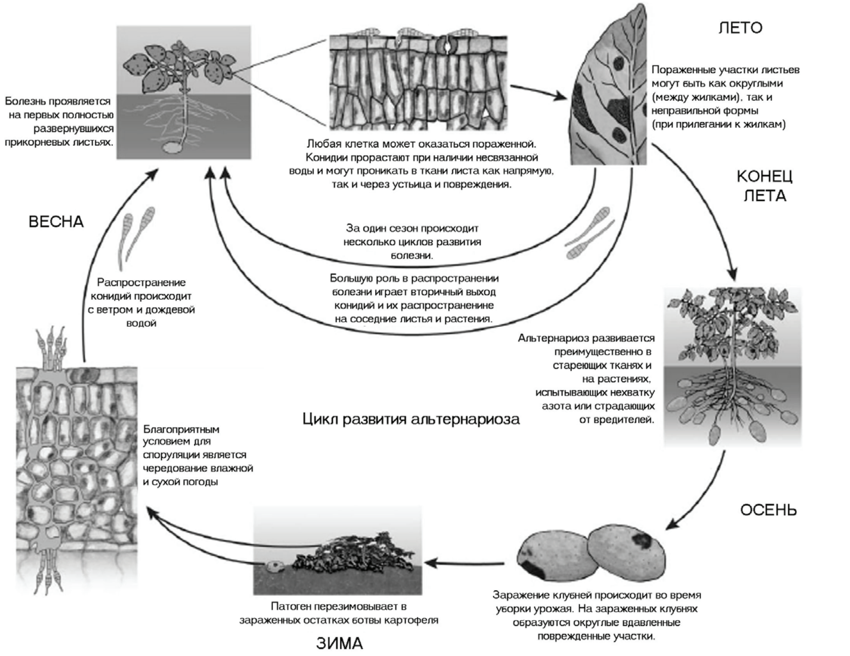

Рис. 2. *Цикл развития Alternaria sp.*

но в начале цветения в фазе раннего клубнеобразования. Гриб легко проникает в ткань листьев через эпидермис. Споры с пораженных участков листьев легко переносятся ветром на большое расстояние, и становятся новым источником инфекции. Как правило, больные растения располагаются очагами.

Частая смена сухой и влажной погоды способствует спорообразованию. Оптимальные температуры для развития возбудителей альтернариоза находятся в пределах 25 – 27 °С, однако в последние годы наблюдается их адаптация к более низким температурам.

Растения, ослабленные неблагоприятными для картофеля погодными или почвенными условиями, более восприимчивы к альтернариозу. Основными факторами, способствующими развитию альтернариоза, являются: сухая и жаркая погода, недостаток влаги, недостаток азота в почве (менее 100 кг/га), недостаток калия и избыток фосфора, а также пораженность семенного материала вирусами, ризоктониозом и другими болезнями.

Заражение молодых клубней обычно наступает во время сбора урожая при контакте со спорами на поверхности земли. Зрелые клубни подвержены заражению только при наличии раневых повреждений.

Поверхность инфицированного клубня имеет коричневые или черные, слегка вдавленные пятна неправильной формы с четкими границами. Зимует гриб на растительных остатках в виде конидий или мицелия. (рис. II)

Меры борьбы. Севооборот. Осенняя уборка и глубокая запашка растительных остатков. Внесение под картофель полного минерального удобрения с повышенными нормами калия (см. раздел с. 168). Выращивание относительно устойчивых к альтернариозу сортов: Бронницкий, Брянский деликатес, Волжанин, Голубизна, Лина, Любава, Мастер, Невский, Никулинский, Победа, Резерв, Ресурс, Сказка, Скороплодный. Использование здорового посадочного материала. Проведение защитных обработок полей фунгицидами (см. раздел Химическая защита). Мелкоспоровые виды часто более устойчивы к фунгицидам по сравнению с *A. solani*.

Ризоктониоз (черная парша)

Возбудитель болезни – гриб-базидиомицет *Hypochnus solani* Prill. et Delacr. (более широко распространено название несовершенной стадии гриба – *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn). Базидиальная стадия не является обязательной в цикле развития патогена: базидиоспоры образуются при высокой влажности на мицелии, находящемся на стебле вблизи поверхности земли.

Вредоносность. Это заболевание особенно вредоносно в холодные, дождливые весны. Сильное поражение приводит к выпадам растений, их угнетению, ухудшению товарного вида клубней. Потери урожая от ризоктониоза доходят до 20 – 25%.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Гриб *R. solani* способен поражать картофель на всех этапах онтогенеза. В настоящее время насчитывают несколько форм проявления ризоктониоза. Заболевание проявляется в виде черной парши, углубленной (ямчатой) пятнистости и сетчатого некроза клубней, загнивания глазков и ростков, отмирания столонов и корней, а также в виде сухой гнили подземной части стебля в виде коричневых язв различной величины «трухлявая древесина» и «белой ножки» стеблей (рис. III).

Черные склероции на клубнях – самая заметная отличительна черта ризоктониоза. Они похожи на кусочки почвы, но не

смываются и с трудом соскабливаются. В этой форме ризоктониоз почти не причиняет вреда клубню (склероции находятся на поверхности, не вызывая повреждения клубня). Основной вред гриб причиняет в период развития всходов. В сырую и прохладную погоду, при температуре менее 8 °С, на посаженных клубнях склероции прорастают мицелием, который проникает в ростки и приводит к образованию на них темных вдавленных пятен, часто сливающихся и охватывающих ростки кольцом. На этой стадии растение с трудом выдергивается из почвы. В этом заключается основное отличие от бактериального поражения – черной ножки. Больные ростки погибают иногда еще до выхода на поверхность. Особенно сильно болезнь развивается при ранней и глубокой посадке клубней в сырую и недостаточно прогретую почву. Всходы появляются неравномерно, а выпады растений от ризоктониоза могут достигать 30%. При теплой погоде проростки могут вырасти в растение с опоясывающим поражением нижней части стебля, скрученными вдоль жилки верхними листьями (иногда верхние листья имеют антоциановую окраску). Другим хорошо заметным отличительным признаком ризоктониоза является образование зеленых воздушных клубней в пазухах побегов. Кусты, в сильной степени, пораженные ризоктониозом, остаются низкорослыми. Нередко наблюдается увядание картофеля в дневные часы. Летом в теплую и влажную погоду ризоктониоз может проявляться на взрослых растениях в виде «белой ножки». При этом нижняя часть стебля покрывается беловато-сероватой пленкой, образованной базидиальной стадией гриба. Базидиоспоры со стебля могут смываться дождем в почву и заражать новые молодые клубни, образуя на них черные плотные склероции различного размера.

В годы с пониженной температурой воздуха и переувлажненной почвой, в фазу бутонизации – цветения растений можно наблюдать симптомы углубленной пятнистости на клубнях. Образующиеся на клубнях язвы бывают двух типов: открытые и закрытые эпидермисом. На некоторых сортах они проникают очень глубоко (до 20 – 25 мм), сливаются и образуются довольно крупные полости.

Проявлению ризоктониоза в виде сетчатого некроза на клубнях способствует сухая и жаркая погода, которая устанавливается в фазе цветения картофеля (период массового завязывания клубней), и когда они достигают диаметра 2 – 3 см. В дальнейшем при увеличении поверхности клубней пятна растрескиваются, образуя сетку.

Гриб может перезимовывать в виде мицелия или склероциев на клубнях или в почве в течение 3 – 4 лет.

Кроме картофеля, *R. solani* может поражать овощные культуры (томаты, тыквенные, свеклу) и многие дикорастущие сорные растения (осот, хвощ, лебеду и др.).

Меры борьбы. Использование здоровых семенных клубней. Севооборот (лучше чередовать картофель с зерновыми или бобовыми культурами). Выращивание сортов с повышенной устойчивостью к ризоктониозу: Янтарный, Акросия, Алена, Аспия, Белоснежка, Брянская новинка, Весна, Вестник, Волжанин, Красная роза, Накра, Невский, Никулинский, Резерв, Удача, Скороплодный. Следует проводить обработку клубней перед посадкой препаратами Максим, ТМТД и др (см. стр. 180). Своевременная посадка клубней в достаточно прогретую почву (температура почвы должна быть выше 8 °С). Глубина посадки с учетом механического состава и влажности почвы (на тяжелых почвах более мелкая, на супесчаных – более глубокая). При образовании корки на тяжелых заплывающих почвах – боронование поля через 4-5 дней после посадки и по всходам. После скашивания ботвы уборку не следует затягивать более чем на 2 недели.

Парша обыкновенная

Возбудитель болезни – актиномицеты *Streptomyces scabies* (R. Thaxter) Lamber & Loria и др.

Вредоносность. В настоящее время на картофеле насчитывают около 10 различных видов актиномицетов, однако наибольший вред причиняет *Streptomyces scabies*. Болезнь распространена повсеместно, ее развитие зависит от погодных и почвенных условий и уровня агротехники возделывания картофеля.

Вред состоит главным образом в снижении товарной ценности клубней: ухудшении вкусовых качеств, снижении содержания крахмала, увеличении отходов продовольственного картофеля, снижении лежкости клубней.

Повреждения перидермы, вызываемые паршой обыкновенной, создают благоприятные условия для инфицирования клубней другими раневыми патогенами, в частности возбудителями сухих и мокрых гнилей.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Патоген инфицирует корни, подземную часть стеблей картофеля,

проникая через поры и раневые поверхности в течение первых недель развития клубней. На поверхности клубня образуются неглубокие язвы неправильной округлой формы, которые впоследствии увеличиваются в размерах и пробковеют (рис IV). Сливаясь, язвы часто образуют сплошную корку. На свежевыкопанных клубнях заметен белый паутинистый налет мицелия. При подсыхании клубня налет быстро высыхает и исчезает.

По выраженности язв различают 4 формы парши обыкновенной:

Плоская парша – коричневатое затвердение кожуры или ссадины на поверхности клубней светло-коричневого, а затем темно-коричневого цвета;

Сетчатая парша – сплошная шероховатость, поверхностная короста в виде неглубоких канавок, пересекающихся в различных направлениях;

Выпуклая парша – проявляется вначале в виде небольших конусовидных углублений. Позднее углубления поднимаются над поверхностью клубня, образуя боробавковидные или струпьевидные наросты, высотой до 2 мм;

Ямчатая (глубокая парша) – характеризуется образованием коричневых язв глубиной 5 мм, и размером до 100 мм, окруженных разорванной кожурой. Язвы могут иметь различную форму. Внутренняя поверхность их долго остается мягкой и рыхлой.

Инфицированию клубней препятствуют почвенные бактерии-антагонисты, защитный эффект которых исчезает, если в течение первых недель развития клубни остаются сухими. Особенно сильно обыкновенная парша проявляется на легких песчаных и супесчаных, а также сильно известкованных почвах. Для развития парши обыкновенной оптимальны нейтральная или слабощелочная реакция почвы (рН 6 – 7,5).

Развитию заболевания способствует сухая и жаркая погода, которая устанавливается в фазе цветения картофеля (период массового завязывания клубней). Использование в качестве удобрения неперепревшего навоза усиливает развитие обыкновенной парши.

Актиномицеты, вызывающие обыкновенную паршу, накапливаются главным образом в почве на остатках растений после уборки урожая. На посадочных клубнях, хранящихся в нормальных условиях, инфекция почти не сохраняется или сохраняется в незначительном количестве.

К парше обыкновенной наиболее восприимчивы сорта с тонкой или красной кожурой.

Меры борьбы. В период массового завязывания клубней – применять физиологически кислые удобрения (серно-кислый марганец или серно-кислый аммоний в дозе 60 кг/га). Следует проводить орошение почвы, начиная с развития клубней (фаза бутонизации-цветения) и продолжать в течение 4 – 5 недель (необходимо, чтобы в этот период времени влажность почвы была не ниже 80% от полной влагоемкости). Известкование почвы следует проводить в других звеньях севооборота. (см. раздел Агротехнический метод). Эффективен прием запашки в почву сидератов: горчицы, люпина, вики и др. Высаживать здоровый посадочный материал. Установлено, что сорта с тонкой или красной кожурой, более восприимчивы к парше обыкновенной.

Некоторое снижение вредоносности парши обыкновенной (до 40%) можно получить, если клубни перед посадкой обрабатывать препаратами Максим в дозе 400 г/т. Обработка растений веществами, повышающими иммунный статус растений и, являющимися регуляторами роста (Агат-25К в дозе 150г/га и др.), в некоторой степени снижают поражение клубней паршой обыкновенной (см. раздел Биологический метод защиты).

Парша порошистая

Возбудитель болезни – миксомицет *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. Он не имеет развитого мицелия, в вегетирующем состоянии представляет собой комочек протоплазмы без оболочки в виде амебоида, способного передвигаться. Строение гриба определяет форму существования – внутриклеточное паразитирование в тканях высших растений. Амебоиды, сливаясь вместе, образуют плазмодий. При наступлении неблагоприятных условий амебоид покрывается оболочкой и превращается в покоящуюся цисту. При наличии повышенной влажности оболочка ослизняется и амебоид получает способность передвигаться. Эта особенность возбудителя и определяет приуроченность развития порошистой парши только к условиям повышенной влажности. Передвигаясь в переувлажненной почве, амебоиды или плазмодии достигают корней, клубней картофеля, проникают в клетки и начинают вести паразитический образ жизни.

Вредоносность. Широко распространенное заболевание клубней, которое может причинять весьма существенный ущерб, включая снижение товарных качеств картофеля и его лежкости в период хранения, в результате проникновения через язвы, вызванные паршой, возбудителей различных гнилей – грибов и бактерий. Кроме того, парша порошистая является переносчиком опасного вируса моп-топ.

Порошистая парша, как и обыкновенная, поражает все подземные органы растений, однако в отличие от последней, поражая корни, приводит к преждевременному увяданию и гибели растений, то есть может вызывать существенное снижение урожая.

Болезнь сильнее развивается на переувлажненных и тяжелых по механическому составу почвах при прохладной погоде.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Патоген инфицирует корни, столоны и клубни через поры (чечевички), глазки и раневые участки. На корнях образуются галлы – белые, неправильной формы наросты, которые впоследствии коричневеют, на поверхности клубней – светлые пустулы в виде бородавок (рис. V). При созревании клубней, часто после уборки, пятна округляются, становятся рельефными, подсыхают, кожура их растрескивается, и образуются язвы, заполненные коричневой пылящей массой, состоящей из спор гриба и разрушенных тканей клубня. Остатки кожуры долгое время сохраняются по краям пустул, придавая им звездчатую форму. На инфицированных клубнях при хранении нередко развиваются сухая гниль и фитофтороз.

Источником инфекции порошистой парши являются растительные остатки (корни, столоны), клубни, в которых сохраняются покоящиеся споры возбудителя. Споры довольно стойки и могут оставаться жизнеспособными до 3 – 4 лет. При прорастании покоящихся спор во влажной среде образуются сначала зооспоры, а затем амебоиды. Последние проникают в клетки клубня, корня, столоны главным образом через чечевички и развиваются в многоядерный плазмодий. Плазмодий распадается затем на мелкие комочки, которые покрываются плотной оболочкой и превращаются в покоящиеся споры, склеенные между собой в неправильно шарообразные темные клубочки.

Меры борьбы. Соблюдение севооборота с исключением картофеля на зараженном поле минимум на 3 – 4 года, а при высоком инфицировании почвы патогеном – даже на 7 лет. Здоровый посадочный материал. Предпосадочная обработка семенных клубней препаратом Максим в дозе 400 г/т. Рекомендуется проводить уборку урожая при сухих погодных условиях.

Парша серебристая

Возбудитель болезни – гриб *Helminthosporium solani* Durieu et Mont. Грибница возбудителя распространяется только в клетках ко-

журы клубня. Сначала она светлая, потом буреющая. Конидиеносцы прямые, цилиндрические, темно-оливковые с перегородками, длиной 200 – 600 мкм, толщиной 10 – 15 мкм у основания и 2 – 4 мкм у вершины. Конидии обратно-булавовидные с 2 – 8 перегородками, сужены на вершине, коричневые у основания, на вершине светлые. Длина конидий 10 – 80 мкм, ширина 6 – 12 мкм у основания и 2 – 4 мкм у вершины. Конидии расположены в верхней части конидиеносцев мутовками по 2 – 4 в несколько ярусов.

Вредоносность. В последние годы болезнь получила широкое распространение. Вредоносность парши серебристой сказывается в основном на семенных качествах картофеля. Как и другие виды парши проявляется в предрасположенности пораженных клубней к вторичной инфекции другими патогенами. Через пораженные участки в клубень проникают возбудители сухих и мокрых гнилей. У клубней значительно портится внешний вид. Кроме того, при высадке больные клубни дают слабые, изреженные всходы.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Заболевание можно обнаружить на клубнях уже осенью, во время уборки или вскоре после закладки их на хранение. Пятна в это время малозаметные, светло-коричневые, без блеска, различной величины и формы. Массового развития заболевание достигает к концу хранения, ближе к весне. К этому времени пораженная ткань становится слегка вдавленной и приобретает хорошо выраженный металлический или серебристый блеск. Образование блеска объясняется тем, что перидерма не позволяет патогену проникнуть внутрь клубня, гриб, распространяясь в слое между перидермой и эпидермисом, отслаивает ткани и обеспечивает доступ воздуха в полости, которые приобретают вид серебристых чешуек. На поверхности пятен гриб развивает конидиальное спороношение и мелкие, почти точечные, черные склероции. При сильном поражении картофельная кожура начинает сморщиваться, ее пропускная способность возрастает, и, как следствие этого, происходит потеря влаги (рис. VI).

Гриб распространяется с помощью конидий. В период хранения интенсивному развитию болезни способствует высокая влажность воздуха и повышенная температура. При 15 °С споруляция наступает уже через 1 час, при 10 °С и 5 °С – через 2 – 3 часа. При наличии водного конденсата спорам необходимо всего 2 – 6 часов, чтобы образовать новый очаг инфекции, влекущий за собой распространение патогена. При температуре хранения 3 °С развитие и распространение болезни прекращается.

Сохраняется инфекция главным образом на семенных клубнях. Гриб поражает только клубни. Но при этом нет прямой связи между размером поражения клубня грибом и заражением полученного урожая. Скорее, наоборот. Посадка слегка зараженных клубней приводит к более сильному заражению клубней нового урожая, чем посадка клубней с высокой степенью пораженности. Объясняется это тем, что мицелий, находящийся на сильно зараженных клубнях, ослаблен и образующиеся на нем споры не обладают высокой инфекционностью. Поэтому принятая в настоящее время методика учетов развития серебристой парши не характеризует качество семенного материала.

Болезнь чаще всего развивается на легких почвах при повышенной температуре в период клубнеобразования.

Меры борьбы. Севооборот. Следует использовать для посадки здоровые клубни. Рекомендуется проводить уборку урожая при сухих погодных условиях. Перед закладкой на хранение протравливание семенных клубней препаратом Максим. После закладки на хранение необходимо быстро просушить картофель (за 2 – 4 дня) и создать оптимальные условий для хранения клубней (температура 2 – 3 °С, невысокая влажность воздуха, вентиляция).

Парша бугорчатая (Ооспороз)

Возбудитель болезни – несовершенный гриб *Oospora pustulans* M.N.Owen et. Wakef. из порядка Hyphomycetales. Грибница бесцветная, с перегородками. Толщина молодых гиф 2,5 – 3,5 мкм, при старении культуры они утолщаются до 7 – 10 мкм, становятся узловатыми и окрашиваются в коричневый цвет. Конидии овально-цилиндрические, бесцветные, одноклеточные (в старых культурах могут быть двухклеточными), в цепочках, размером 6 – 12 × 2 – 2,5 мкм. Длина конидиносцев 80 – 100 мкм.

Вредоносность. Патоген поражает глазки на семенных клубнях, что приводит к сильному изреживанию посевов и снижению урожая до 35%. Кроме того, в зараженных клубнях снижается содержание крахмала, белка, витамина С, увеличивается количество моносахаров. Они подвержены более сильному повреждению ризоктониозом, серебристой паршой, мокрыми и сухими гнилями, нематодами.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Заражение клубней ооспорозом происходит в поле в период роста клубней, но признаки поражения обнаруживаются лишь в период хранения (через 2 – 4 месяца после уборки) и особенно усиливают-

ся к концу хранения. На поверхности клубня образуются округлые по форме пустулы, по окраске почти не отличаются от цвета здоровой кожуры. Пустулы, в зависимости от сорта, могут быть плоскими, слегка вдавленными или выпуклыми. Если участки поражения сливаются, образуется крупное, несколько вдавленное пятно, похожее на проявление фитофтороза. Однако при ооспорозе нет загнивания ткани под пятном, характерного для фитофтороза. Неразрушенная кожица закрытых пустул позволяет легко отличить ооспороз от других видов парши. На поверхности клубня, особенно при повышенной влажности воздуха в хранилище, может развиться беловато-сероватый налет конидиального спороношения возбудителя, который вызывает повторные заражения клубней при хранении. При холодном хранении картофеля может развиваться ямчатая форма ооспороза, при которой на поверхности клубней образуются округлые углубления диаметром 4 – 12 мм. Ооспороз развивается наиболее сильно при температуре 4 °С и относительной влажности воздуха около 100%.

Заражение клубней в поле происходит от инфекции, сохраняющейся в почве на растительных остатках и (главным образом) от занесенной на поле с пораженными семенными клубнями через трещины, глазки, механические повреждения и чечевички. Возбудитель ооспороза может поражать корни, столоны и нижнюю часть стеблей, на поверхности которой образуются бурые расплывчатые пятна с поперечными трещинами.

Ооспорозом особенно сильно поражается картофель на легких почвах при прохладной погоде и высокой влажности почвы.

Меры борьбы. Здоровый посадочный материал. Соблюдение севооборота с исключением картофеля на зараженном поле минимум на 3 – 4 года. В качестве предшествующей культуры лучше использовать пласт или оборот пласта многолетних трав, зернобобовые смеси. Подавление почвенной инфекции ооспороза возможно при проведении различных агротехнических приемов (уничтожение растительных остатков, глубокая зяблевая вспашка и др.). Предуборочное удаление ботвы и уборка картофеля в оптимальные сроки. Послеуборочное просушивание и озеленение семенных клубней. Проведение лечебного периода. Хранение картофеля при температуре 2 – 4 °С.

Фомоз, или пуговичная гниль

Возбудитель болезни – *Phoma exiqua* f. sp. *foveata* Malc. et E. G. Gray; *Phoma exiqua* Sacc. var. *exiqua*. Образующиеся в пикнидах

пикноспоры бесцветные, с одной или двумя перегородками, овальной или грушевидной формы, размером 3,6 – 3,8 × 5,9 – 6,7 мкм. На перезимовавших стеблях патоген может образовывать половое спороношение – перитеции с сумками и аскоспорами. Половая стадия гриба – *Ophiobolus porphyrogonus* (Tode) Sacc.

Вредоносность. Фомоз – одно из наиболее опасных заболеваний картофеля. Очаговая инфекция при определенных условиях быстро приобретает масштабы эпифитотий. Наиболее активное развитие инфекции наблюдается при 8 – 10 °С. Температура воздуха ниже +3 °С и выше + 13 °С замедляет развитие болезни. Ущерб от фомоза проявляется в значительном снижении урожая в результате преждевременного отмирания пораженной ботвы и увеличения потерь клубней при хранении. Особенно вредоносно заболевание в период хранения клубней. В РФ потери клубней от фомозной гнили нередко превышают 25%. *P. exiqua* var. *foveata* вызывает наиболее сильное поражение клубней. При 4-5 °С *P. exiqua* var. *exiqua* поражает клубни только в средней и сильной степени, тогда как *P. exiqua* var. *foveata* в сильной и очень сильной степени. Эти формы различаются по морфологическим признакам, в том числе по способности продуцировать диффузный пигмент в культуре, обуславливающий покраснение агара и мицелия в щелочной среде. Дифференцируются патогены и по симптомам проявления заболевания. Чаще всего, *P. exiqua* var. *foveata* дает язвы конической формы с серо-розовым мицелием, тогда как *P. exiqua* var. *exiqua* образует обширные полости, выстланные серым мицелием.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Поражаются клубни и стебли. Признаки фомоза на стеблях обнаруживаются в период цветения картофеля. Болезнь на стеблях проявляется в форме удлиненных расплывчатых пятен, на которых в дальнейшем образуются многочисленные мелкие пикниды от светло- до – темно-коричневого цвета. Пятна в основном располагаются у оснований листовых черешков по всей поверхности стебля, пикниды – по всей поверхности пятна. Во влажную погоду пикниды на стеблях раскрываются и споры с помощью дождя и ветра распространяются, вызывая новые заражения стеблей. Пораженные стебли преждевременно отмирают (рис. VII).

Вместе с дождем споры попадают в почву, где вызывают заражение клубней. Гриб проникает в клубни через чечевички, глазки и поврежденную кожицу. На клубнях образуют-

ся небольшие (диаметром 0,5 – 2,5 см), округлые, несколько вдавленные пятна темного цвета. На разрезе под пятном видна бледно-коричневая ткань с четко выраженной темной границей, отделяющей ее от здоровой, а также стекловидная полоса, свидетельствующая о наличии токсических веществ патогена. Пораженная ткань легко отделяется от здоровой. Внутри клубня в пораженной ткани часто образуются полости, на стенках которых заметен сероватый налет мицелия возбудителя. На более поздних стадиях через кожуру клубня на поверхность выступают коричневые или почти черные пикниды возбудителя (характерный диагностический признак).

Встречается также и некрозная форма поражения клубней – некроз эпидермиса. В этом случае появляются очень мелкие темные язвы неодинаковой формы. Внешне картина заболевания напоминает поражение клубней фитофторозом, однако внутренняя ткань клубня не имеет ржаво-бурой окраски, типичной для фитофтороза, она желто-розовая или темно-оранжевого цвета. И. В. Заверткиной и Е. М. Шалдяевой (2005) описаны 4 типа проявления фомозной гнили на клубнях, вызываемой *P. exiqua* var. *foveata*.

Поверхностный некроз характеризуется появлением на поверхности клубней мелких темных пятен неодинаковой формы, напоминающих поражение фитофторозом. Однако внутренняя пораженная ткань имеет темно-бурую окраску и четко отграничена от здоровой. Часто язвы покрывают до 1/4 поверхности, а иногда и весь клубень. Гриб при некрозной форме проникает неглубоко под кожуру (до 5 мм). При хранении клубней с данными симптомами в условиях повышенной влажности не исключено развитие типичной язвенной формы болезни. Консистенция пораженной ткани сухая.

При ***округлых язвах*** образуется округлой формы полость, занимающая почти весь объем клубня, в связи с чем эти клубни отличаются малым весом. При этом диаметр внешнего пятна значительно меньше внутреннего диаметра язвы. Почти во всех случаях на внутренней поверхности полости формируются пикниды. Консистенция пораженной ткани от влажной до сухой.

Клиновидные язвы всегда меньше или равны по размеру поверхностному пятну на перидерме. На разрезе клубня отмечены удлиненные конусовидные полости, распространяющиеся по мякоти вглубь. Часто на внутренней поверхности язв встречаются пикниды. По консистенции пораженная ткань варьирует от влажной до сухой.

«Глазковая» форма проявляется только на месте глазков в виде характерных для фомоза вдавленных пятен. На разрезе клубня видна достаточно крупная полость, от которой отходят «каналы» к каждому глазку. Консистенция пораженной ткани схожа с предыдущим типом. Пикниды формируются на внутренней поверхности центральной полости и «каналов». Клубни с «глазковой» формой заболевания очень быстро сгнивают полностью.

Клубни заражаются фомозом в основном в период вегетации и уборки. Источником инфекции могут быть пораженные посадочные клубни, послеуборочные растительные остатки, а также почва, где выращивается зараженный картофель.

Меры борьбы. Соблюдение севооборота с возвращением картофеля на прежнее место не ранее чем через 3 – 4 года. Здоровый посадочный материал. Послеуборочное и предпосадочное протравливание клубней препаратами Максим или Вист (см. стр. 180). Предуборочное удаление ботвы, щадящие уборка, сортировка и транспортировка картофеля, проведение лечебного периода.

Сухая гниль, или Фузариоз

Возбудитель болезни – грибы *Fusarium* spp. (*F. sambucinum* Fuckel; *F. gibbosum* Appel. et Wollenw.; *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc.; *F. solani* (Mart.) Sacc.; *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.; *F. oxysporum* Schltdl.).

Вредоносность. По вредоносности сухая гниль занимает второе место после фитофтороза. Больные посадочные клубни являются причиной изреживания всходов, замедленного роста и развития растений.

Заболевание вызывают почвенные грибы рода *Fusarium*, которые присутствуют в почвах разных типов и могут сохраняться в виде спор в течение многих лет. Сухая гниль распространена повсеместно и является причиной отходов картофеля в течение зимне-весеннего сезона. Некоторая часть клубней заражается еще в поле и может нести в себе скрытую инфекцию. Отход клубней при хранении достигает 20 %. Кроме того, посадочные клубни, пораженные фузариозом в небольшой степени, становятся причиной значительного выпада растений и, в итоге, потерь 7 – 15 % урожая.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Заболевание обнаруживается на клубнях через 2 – 3 месяца после закладки их на хранение. Вначале на клубне появляются слегка вдавленные, серовато-бурые пятна. Мякоть под ними становится сухой, трухлявой, кожура клубня в местах поражения сморщи-

вается и приобретает характерную складчатость. В дальнейшем гниль охватывает весь клубень, он ссыхается, становится твердым и легким. На поверхности клубня образуются подушечки конидиального спороношения гриба – белые, желтые или розовые, в зависимости от вида *Fusarium* (рис. VIII).

С помощью конидий (а также и мицелием при соприкосновении клубней) гриб быстро распространяется, вызывая новые заражения. Фузариозом поражаются клубни ослабленные, поврежденные или пораженные другими болезнями, особенно фитофторозом, фомозом, а также с механическими повреждениями (порезы, ушибы во время уборки, транспортировки), поврежденные проволочниками, слизнями и другими вредителями.

Инфекция обычно попадает в хранилище с поля вместе с клубнями, на комочках прилипшей к ним почвы. Грибы рода *Fusarium* почти всегда присутствуют в почвах, так как они способны жить сапрофитно на органических остатках. Инфекция сохраняется и в хранилище, если оно не очищено и не продезинфицировано после освобождения его от картофеля. Особенно опасны резкие колебания температуры и влажности при хранении, когда происходит отпотевание клубней.

Меры борьбы. Тщательная и заблаговременная (за 1,5 – 2 месяца) очистка и дезинфекция хранилища при подготовке его к загрузке картофелем. Щадящие уборка, сортировка и транспортировка картофеля (см. раздел Уборка картофеля). Проведение лечебного периода. Оптимальный режим хранения при температуре 2 – 3 °С. В течение зимы не следует проводить переборку картофеля, поскольку это приводит к дополнительному повреждению клубней и перезаражению фузариозом. Если очаги гнили все-таки есть, переборку необходимо провести только в этом месте, не затрагивая основной массы клубней. Протравливание семенных клубней перед закладкой на хранение препаратами Максим, Вист.

Антракноз, или дартроз

Возбудитель болезни – гриб *Colletotrichum atramentarium* Berk. et Broome порядка Hyphomycetales. На пораженной поверхности патоген образует спороложе в виде мелких подушечек с длинными черными щетинками длиной до 350 мкм и склеротическим уплотнением грибницы. Конидиеносцы короткие (до 15 мкм), бесцветные. Конидии также бесцветные, продолговатые, одноклеточные размером 15,2 – 22 × 3 – 5 мкм. Грибница патогена продуцирует в пораженную ткань растения токсины, которые вызывают пожелтение листьев картофеля.

Вредоносность. Болезнь встречается почти во всех регионах, где сажают картофель. Развивается преимущественно в годы с сухим и жарким летом на раннеспелых сортах. Патоген поражает ослабленные растения.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Проявляется в основном во второй половине вегетации картофеля на нижней части стеблей, корнях, столонах, загнивающих снаружи с образованием множества крупных, расположенных одиночно или группами склероциев. Оптимальная для развития болезни темпера–тура – +18 – 22 °С.

В сухую погоду листья темнеют, края их увядают, свертываются, ботва желтеет, буреет и за несколько недель до созревания картофеля поникает и засыхает. На стеблях, чаще у основания, образуются светлые пятна, которые могут покрывать их полностью. Эпидермис стебля становится кожистым на ощупь, с вертикальными бороздками. После того как растение засыхает, у основания на поверхности образуются многочисленные мелкие черные, сначала гладкие, позже щетинистые склероции.

Во влажную погоду пятна размягчаются, ослизняются, стебли поникают, пораженная ткань покрывается пустулами (при подсыхании на ней формируется большое количество склероциев, покрытых щетинками). Корни подгнивают. Больные растения легко выдергиваются из почвы.

Клубни заражаются во время уборки и хранения, в основном со стороны столонного конца, становятся мягкими, «резиновыми» на ощупь, с пятнами от светло-серого до серо-коричневого цвета на кожуре, под ними четко локализованная сухая гниль. Под кожицей и на поверхности образуются склероции. В этих местах возникают впадины, поражение проникает на глубину 5 – 7 мм, ткани загнивают. Начальные признаки антракноза клубней напоминают сухую фузариозную гниль, однако при антракнозе – пораженная ткань черная и с большим количеством склероциев. При повышенной температуре и высокой влажности болезнь протекает по типу мокрой гнили. Пораженная ткань превращается в слизистую кашеобразную массу с неприятным запахом. Глазки пораженных клубней не прорастают (Рис. IX).

Зимует возбудитель болезни в пораженных клубнях, в растительных остатках и в почве в виде склероциев. Кроме картофеля возбудитель антракноза поражает томаты, перец, физалис, табак.

Меры борьбы. Соблюдение севооборота с возвращением картофеля на прежнее место не ранее чем через 3 – 4 года. Здо-

ровый посадочный материал. Предпосадочное протравливание клубней препаратом Максим. Рыхление почвы, уничтожение сорняков из семейства пасленовых, удаление ботвы перед уборкой, глубокая запашка растительных остатков. Оптимальный режим хранения при температуре 2 – 3 °С.

Вертициллезное увядание (вилт)

Возбудитель болезни – грибы *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold; *Verticillium dahliae* Kleb.

Вредоносность. Болезнь вызывает сильное снижение урожая клубней. При бессменной культуре и годы с жарким летом вертициллез может проявиться во время цветения картофеля и вызвать полную гибель растений. Это почвенный гриб, поражающий более 130 видов растений. Он перезимовывает в почве, растительных остатках и хранящихся клубнях в виде мицелия или микросклероциев.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. При разных условиях растения могут быстро погибнуть или долго оставаться в больном состоянии. Симптомы вилта – увядание, пожелтение нижних листьев, обычно с одной стороны. Листья на пораженных растениях начинают желтеть и скручиваться, начиная с нижнего яруса, так что у сильно пораженных растений зеленой остается только верхушка. В жаркие дни листья увядают до того, как скручиваются, и растения выглядят как ошпаренные. Первые больные растения появляются в конце цветения. После проникновения в растение патоген распространяется по проводящим пучкам ксилемы, заполняет их мицелием, что и обусловливает увядание. На косом поперечном срезе основания стебля можно видеть мелкие побуревшие участки тканей в виде отдельных точек. Это сосудистые пучки, заполненные мицелием. Во влажных условиях на больных стеблях и листьях, особенно в нижней части растений, образуется налет грязно-серого или розового цвета. Оптимальная температура для его развития: 21 – 24 °С.

На клубнях поражаются глазки. В период хранения они загнивают и превращаются в серую пылящую массу. Впоследствии на месте глазков образуются впадины. Часто на клубнях нет признаков болезни, но при их высадке вырастают больные кусты. В зимний период гриб сохраняется в пораженной ботве, в почве и в клубнях, из которых вырастают больные растения.

Меры борьбы. Соблюдение севооборота с возвращением картофеля на прежнее место не ранее чем через 3 – 4 года. Здоровый посадочный материал. Уничтожение сорняков, так как некоторые из них также заражаются этим патогеном. Во время вегетации следует периодически осматривать кусты картофеля и, при обнаружении на них признаков вертициллезного увядания, удалять вместе с клубнями.

Фузариозное увядание

Возбудитель болезни – грибы рода *Fusarium* sp.

Вредоносность. Для фузариозного увядания характерно быстрое течение болезни. При благоприятных для возбудителя болезни условиях растения погибают в течение нескольких дней. При сильном проявлении болезни урожай клубней картофеля снижается на 40 %. Это связано с тем, что возбудитель болезни вызывает засыхание и отмирание растений до или во время клубнеобразования.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Заболевание проявляется очагами в течение всего периода вегетации, особенно во время цветения. Симптомы заболевания похожи на вертициллезный вилт. Однако заболевание, как правило, начинается с верхнего яруса, первыми желтеют и увядают верхние листья. Особенно хорошо увядание становится видимым в жаркие часы дня. За ночь растения обычно восстанавливают свою форму. В сырой почве в прохладную погоду увядание может не наблюдаться, листья только желтеют и скручиваются. Нижняя часть стеблей буреет, загнивает и покрывается розовым или оранжевым налетом спороношения гриба. Выше пораженной части стебля иногда формируются воздушные клубни. На срезе стебля около земли заметны те же мелкие побуревшие участки. На клубнях наблюдается почернение тканей. Клубни, полученные от больных кустов, во время хранения загнивают. Гниение начинается со столонного конца. Иногда гриб в клубни может проникать через покровные ткани. Глазки пораженных клубней прорастают медленно, нитевидными ростками. Всходы в таких случаях бывают изреженными. Развитию болезни способствует внесение в почву повышенных доз органических и минеральных удобрений.

Зимует гриб в почве, в растительных остатках и в слабозараженных семенных клубнях. Для развития возбудителя фузариозного увядания и заражения растений оптимальной является температура 23 – 25 °С. Он хорошо сохраняется как в кислой, так и щелочной среде (pH почвы 4,6 – 8,2).

Меры борьбы. Соблюдение севооборота с возвращением картофеля на прежнее место не ранее чем через 3 – 4 года. В ка-

честве предшественников в борьбе с фузариозным увяданием лучше использовать овощные культуры. Уничтожение сорняков из семейства пасленовых. Здоровый посадочный материал. Предпосадочное протравливание клубней препаратом Максим или Колфуго Супер Колор. Удаление ботвы за 2 недели до уборки и удаление после уборки растительных остатков. Проведение глубокой зяблевой вспашки. Оптимальный режим хранения клубней при температуре 2 – 3 °С.

Рак картофеля

Возбудитель болезни – *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival из порядка Chytridiales. У этого гриба нет грибницы, а вегетативное тело состоит из комочка голой протоплазмы. В цикле развития патогена образуются покоящиеся, или зимние, зооспорангии, летние зооспорангии и зооспоры. Период покоя зимних зооспорангиев от 1,5 – 2,5 месяцев до нескольких лет ввиду их неодновременного образования и разной зрелости. Весной, при наступлении благоприятных условий и наличии растения-хозяина, в зооспорангии формируется 200 – 300 зооспор, которые при разрыве оболочки выходят наружу и попадают в почву. Летние зооспорангии прорастают без периода покоя. Зооспоры бесцветные, яйцевидные или грушевидные, с одним бичевидным, направленным назад жгутиком. С его помощью зооспоры способны активно передвигаться в почве (в радиусе 10 – 15 см), сохраняя жизнеспособность до 2 часов. Достигнув восприимчивой ткани растения-хозяина зооспора теряет жгутик, растворяет оболочку клеток эпидермального слоя ткани хозяина, и в образовавшуюся пору переливает свой протопласт, заражая растение.

Вредоносность. Карантинное заболевание. При монокультуре картофеля и возделывании поражаемых сортов потери урожая клубней на зараженных участках могут достигать 50% и выше. Кроме того, зараженные клубни практически не способны храниться в течение зимы, так как быстро сгнивают.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Самым характерным признаком поражения картофеля возбудителем рака является образование наростов на всех органах растений – стеблях, столонах, клубнях. Величина наростов варьирует, часто превышая размер клубней, достигая 7 – 15 см, напоминая по виду соцветие цветной капусты. Молодые наросты белые, позже светло-коричневые, а затем темно-бурые. Корни не поражаются. На подземных частях растения наросты зеленеют в результате образования хлорофилла. На пораженных столонах клубни

не образуются, но столоны продолжают расти, на них появляются новые разрастания, получается цепочка с 4 –5 раковыми наростами на одном столоне (рис. X а).

Развитие болезни во многом определяется внешними факторами среды. Оптимальные условия для заражения растений складываются при температуре 17 – 18 °С, влажности – 70 – 80 %. При наступлении неблагоприятных для патогена условий образуются покоящиеся формы, которые могут сохранять жизнеспособность до 15 лет. Сильное проявление заболевания наблюдается на подзолистых легких почвах с кислой реакцией.

Источник инфекции – почва и клубни. Сильно пораженные клубни картофеля к моменту уборки часто загнивают, превращаясь в бурую слизистую массу с неприятным запахом, и распадаются, в результате чего в почву попадают и накапливаются в ней миллионы зимующих форм патогена. С зараженными клубнями и прилипшими к их поверхности частицами почвы болезнь может широко распространиться. Перенос инфекции может происходить и в случае переброски с зараженных участков живых растений с корневой системой, инвентаря, употребляемого при обработке зараженных участков. Если пораженные клубни или ботва скармливаются животным в сыром виде, зооспорангии не теряют жизнеспособности после прохождения через их желудочно-кишечный тракт. Навоз является серьезным источником распространения инфекции. Возможен вынос инфекции из зараженной почвы при таянии снегов, выпадении сильных дождей.

Кроме картофеля, возбудитель рака может развиваться на томатах, паслене, физалисе, дурмане и др. Пораженные дикорастущие пасленовые культуры также могут быть носителями инфекции.

Меры борьбы. Следует осуществлять государственные карантинные мероприятия, предупреждающие занесение и распространение болезни. Внешний и внутренний карантин. Севооборот. Необходимо проводить агротехнические мероприятия и выращивать ракоустойчивые сорта картофеля, которые через 5 – 6 лет очищают почву от возбудителя болезни.

Резиновая гниль

Возбудитель болезни – *Geotrichum candidum* Link. Мицелий гриба бесцветный, гифы дихотомически ветвящиеся с перегородками, различающиеся по толщине (от 10 до 18 мкм), и тонкими спороносными веточками. Споры образуются путём расчленения у перегородок боковых гиф, то есть по типу формирования арт-

роспор. Артроспоры бесцветные, многоядерные, бочонковидной или овальной формы, размером 5 – 7 × 10 – 12 (до 15) мкм. Иногда, при неблагоприятных условиях, происходит формирование хламидоспор. У *G. candidum* они похожи на артроспоры, но отличаются от них темно окрашенными утолщенными оболочками.

Вредоносность. Даже слабо пораженные этим заболеванием посадочные клубни являются причиной 10 – 15% изреживания всходов, замедленного роста и развития растений. Урожай уменьшается на 20 – 30%. В период хранения потери могут достигать более 15 %.

Симптомы и жизненный цикл возбудителя болезни. Симптомы резиновой гнили на растениях обнаруживаются во второй половине лета. Вначале желтеют листья нижнего яруса, а затем среднего и верхнего. Растения увядают. Позднее на стеблях образуются коричневые пятна со слабым налетом гриба. Возбудитель резиновой гнили способен проникать в клубни через чечевички, глазки, механические повреждения. Заболевание развивается в сильной степени, если гриб проникает в клубни через повреждения кожуры и глазки. На ростках картофеля до всходов появляются участки побуревшей ткани. Она становится рыхлой и мокрой. Такие ростки легко ломаются в местах повреждения или полностью сгнивают. Инфекция проникает в точки роста, и новые ростки не образуются. Оптимальные условия для развития возбудителя резиновой гнили и заражения клубней – 20 – 25 °С, относительная влажность воздуха 75 – 100%, pH почвы – 3,5 – 5,0.

На клубнях появляются поверхностные коричневые пятна неправильной формы с темным окаймлением. Пораженные ткани под пятнами становятся «резиновыми», что и послужило поводом для названия болезни (рис. X б, в). Как правило, на разрезе клубни через 20 – 25 минут розовеют, затем приобретают темно-серую или черную окраску. Если больные клубни поместить во влажную камеру, через 1 – 2 дня на них образуется налет мицелия гриба с обильным спороношением. Из пораженных тканей выделяется коричневый экссудат с отчетливым рыбным запахом. Клубни становятся водянистыми, кожура легко отслаивается. Перезаражение клубней в хранилище происходит при нарушениях режима хранения (повышенные температуры, 10 и более °С, повышенная влажность воздуха).

Источник инфекции резиновой гнили – зараженные растительные остатки, зараженные семенные клубни, ооспоры в почве.

Меры борьбы. Севооборот, в качестве предшественников в борьбе с резиновой гнилью лучше использовать люпин, рапс. Здоровый посадочный материал. Выращивание наименее восприимчивых к заболеванию сортов картофеля Орбита, Белорусский и др.

Проведение глубокой зяблевой вспашки. В годы с дождливой погодой рекомендуется проводить дополнительные рыхления междурядий для улучшения структуры почвы. Удаление ботвы за 2 недели до уборки. Партии картофеля, убранные с переувлажненных участков, следует выдерживать во временных буртах с последующей тщательной переборкой. Оптимальный режим хранения клубней при температуре 1 – 3 °С, влажность 90 – 95%.

Церкоспороз (желтая пятнистость)

Возбудитель заболевания – гриб *Passalora concors* (Casp.) U. Braun et Crous (син. *Cercospora concors* (Casp.) Sacc.). Внутри пораженной ткани гриб формирует многоклеточную бесцветную грибницу. Конидиеносцы выступают из устьиц пучками, бледно-оливковой окраски, искривленные, изредка с небольшими ответвлениями, у вершин слегка утолщенные. Конидиеносцы толщиной 3,5 – 6 мкм, редко с перегородками. Конидии удлиненные, цилиндрические пли веретеновидные, размером 26 – 55 × 3 – 6 мкм, бесцветные или буровато-желтоватые, вначале с одной, а в последующем с тремя-пятью поперечными перегородками, иногда с перетяжкой. Распространяются конидии ветром или каплями дождя. В отдельных случаях гриб формирует вегетативное видоизменение в виде темных округлых псевдосклероциев с маслянистым содержимым.

Заболевание распространено в районах с большим количеством осадков. Возбудитель болезни поражает только листья во второй половине вегетации, иногда сразу после цветения. Первые симптомы заболевания появляются на нижних стареющих листьях. Позже болезнь распространяется на листья среднего яруса. На листовых пластинках появляются вначале малозаметные, иногда серо-фиолетовые, позже при подсыхании буреющие округлые пятна с обеих сторон листовой пластинки. В местах пятен с нижней стороны листа хорошо заметен нежный серовато-фиолетовый или темно-оливковый налет. Листья засыхают и опадают. Поражение клубней не обнаружено.

Сохраняется гриб в растительных остатках и в почве в форме толстостенных гиф и псевдосклероциев, которые весной образуют новое конидиальное спороношение и являются первичным источником инфекции.

Оптимальные условия для развития гриба – высокая влажность воздуха и умеренная температура. Интенсивность по-

ражения картофеля церкоспорозом возрастает на загущенных посевах и при частых обильных поливах во второй половине вегетации растений.

Меры борьбы. Ограничить развитие болезни и снизить до минимума недобор урожая можно путем соблюдения правильных севооборотов, доброкачественного проведения основной обработки почвы, с глубокой заделкой растительных остатков. При появлении первых признаков болезни на листьях необходимо провести опрыскивание растений теми же препаратами и в тех же дозировках, которые рекомендуются против альтернариоза.

Мучнистая роса

Возбудитель болезни – сумчатый гриб *Erysiphe cichoracearum* DC. из порядка Erysiphales. Конидиальное спороношение образуется на многочисленных простых конидиеносцах. Конидии перетрихальные, бесцветные, удлиненно-овальные, единичные или собраны в цепочки, размером 26 – 36 × 14 – 20 мкм. Сумки эллипсовидные с перехватом в верхней части, размером 54,5 – 72,7 × 25,5 – 36 мкм. В сумках формируется 2 споры эллипсовидной или яйцевидной формы, размером 28,5 – 31,3 × 16,5 – 19,8 мкм. Оптимальные условия для развития гриба складываются при температуре воздуха +23°С и высокой влажности воздуха.

Болезнь распространена в странах Западной Европы, США, Армении, Казахстане, Азербайджане, Украине и в южных областях России. В областях Центральной России, Беларуси заболевание встречается только в защищенном грунте (теплицы) при размножении оздоровленного от вирусов и бактерий картофеля. Поражение растений в отдельные годы, когда температура не опускается ниже 23 – 28 °С, а относительная влажность воздуха – ниже 100%, достигает 60 – 100%.

Вредоносность мучнистой росы заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности из-за преждевременного отмирания листьев. Проявлению заболевания способствуют высокая температура воздуха и избыточная влажность. Эти условия наиболее часто создаются при поливах картофеля.

Симптомы мучнистой росы чаще всего отмечаются на растениях после цветения в начале клубнеобразования. Поражаются листья и стебли. На листьях появляются бурые, округлые или овальные пятна диаметром 1 – 3 см. Особенно хорошо они видны на нижней стороне листа. Впоследствии пятна распространяются по всей поверхности листьев и стеблей. Ткани пок-

рываются беловатым налетом, становятся серыми, затем буреют и отмирают.

Основным источником заболевания являются зараженные растительные остатки и почва, где патоген сохраняется в межвегетационный период, а также конидиальное спороношение на растениях томата, выращиваемых в теплицах.

Меры борьбы с мучнистой росой сводятся к уничтожению растительных остатков после уборки и опрыскиванию растений картофеля 1%-ным известково-серным отваром (0,5 – 1° по Боме) или 0,3 – 0,5%-ным раствором кальцинированной соды. В теплицах можно использовать азоцен, 25% с. п. – 0,1%-ная суспензия, байлетон, 5% с. п. – 0,5%-ная суспензия.

Белая гниль (склеротиниоз)

Возбудитель болезни – сумчатый гриб *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont (=*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) из порядка Helotiales. Апотеции воронкообразные, светло-бурые, с углублением посредине, 4 – 8 мм в диаметре, на цилиндрических ножках, одиночные или группами. Сумки цилиндрические, 130 – 135 × 8 – 10 мкм. Аскоспоры эллиптические, 9 – 13 × 4 – 6 мкм, однорядные. Парафизы нитевидные.

Склероции гриба формируются при влажных условиях и температуре не выше +24 °С. Эти же условия оптимальны и для заражения растений. Весной на склероциях формируется один или несколько маленьких плодовых чашеподобных тел оранжево-коричневого и серовато-коричневого цвета (апотеции). На их верхней стороне образуется огромное количество спор (аскоспор), которые или разлетаются, или прорастают в почве в грибницу. Почвенный мицелий развивается при большом диапазоне температур. Он может быть причиной заболевания, когда апотеции гриба не образуются из-за неблагоприятных погодных условий. Существует предположение, что склероции гриба, оказавшиеся глубоко в почве, остаются в состоянии покоя до тех пор, пока при обработке почвы они не будут вынесены ближе к поверхности.

Заболевание в отдельные годы встречается повсеместно, особенно на пониженных участках при развитии мощной ботвы в результате внесения под картофель высоких доз азотных удобрений или загущении посадок. Иногда в условиях Беларуси поражение стеблей может достигать 20 %. Вредоносность белой гнили до сих пор не изучена.

Болезнь проявляется очагами. Гриб проникает в растение картофеля в области корневой шейки. Заболевание появляется в июле – августе после выпадения обильных дождей. На стеблях становятся заметными участки с розовой или белой окраской покровных тканей. Часто такие участки окольцовывают стебель. Загнивание начинается изнутри, а снаружи видны отдельные язвы. Стебли становятся водянистыми, вянут, загнивают и надламываются. Больные стебли покрываются белоснежным мицелием, который постепенно уплотняется и темнеет, превращаясь в склероции чернильно-черного цвета. Склероции могут формироваться как внутри стебля, так и снаружи. Листья пораженных растений желтеют незначительно или окраска их совсем не изменяется. Клубни при обычных условиях не поражаются белой гнилью, однако при благоприятных условиях в клубни с механическими повреждениями, или пораженные другими гнилями, возбудитель белой гнили может проникнуть и вызвать заболевание. Мякоть клубня становится водянистой, в ней появляются пустоты. На их поверхности могут формироваться желтовато-коричневые склероции.

Оптимальные условия для заражения растений складываются при температуре +15 – +18 °С. При среднесуточной температуре выше +30 °С они не заражаются.

Кроме картофеля возбудитель склеротиниоза поражает салат, фасоль, морковь, свеклу, сельдерей, томаты, капусту, огурцы, бобы, горох, лук и другие овощные культуры.

Меры борьбы. Специальные меры борьбы с болезнью не разработаны, поэтому против белой гнили рекомендуется ряд профилактических приемов. Большой круг растений, поражаемых склеротинией, требует введения такого севооборота, при котором одно и то же поле отводится под поражаемую культуру не ранее чем через 3 – 4 года. Минеральные удобрения под картофель необходимо вносить в сбалансированных дозах основных элементов, но с некоторым избытком калия. Не следует допускать повышенных доз азота. После уборки картофеля рекомендуется провести глубокую зяблевую вспашку.

Особое внимание должно быть уделено своевременному уничтожению сорных растений, поражаемых возбудителем болезни (осоты розовый и огородный, полынь, одуванчик лекарственный, щирица, сурепица, гулявник и др.).

Серая гниль

Возбудитель болезни – несовершенный гриб *Botrytis cinerea* Pers. Конидиеносцы разветвленные, длиной до 1 – 2 мм. Конидии

яйцевидные или округло-эллиптические, размером 9 – 15 × 6,5 – 10 мкм, в общей массе дымчатые. Распространяется гриб конидиями, которые рассеиваются ветром, разносятся каплями дождя, насекомыми. Болезнь выявляется во многих картофелеводческих зонах страны, особенно в годы с обильными атмосферными осадками в период начала физиологического созревания ботвы.

Поражаются листья, стебли. На долях листьев нижнего яруса особенно соприкасающихся с поверхностью почвы, во влажную погоду появляются мокнущие бурые расплывчатые пятна с серым пушистым налетом с обеих сторон листа. На стеблях в районе корневой шейки и несколько выше образуются мокрые удлиненные пятна, которые позже охватывают весь стебель и покрываются серо-коричневым пушистым налетом. Серый пушистый налет на пораженных частях растений представляет конидиальное спороношение гриба. Ткани стебля разрушаются, в местах поражения могут надламываться.

При подсыхании пораженных стеблей, долей листьев в местах пятен формируются мелкие сначала серовато-белые, а затем черные склероции, длиной 2 – 7 мм, с бугорчатой поверхностью. Гриб часто заселяет ткани картофеля, пораженные возбудителем белой гнили, что в конечном итоге усиливает патологический процесс.

При наличии влаги гриб способен быстро накапливаться. Он может продолжать развитие на растительных пораженных остатках в период оттепелей и зимой. В связи с этим пораженные послеуборочные остатки – хороший субстрат для размножения патогена осенью, зимой и весной.

Сохраняется гриб в течение длительного времени в форме склероциев на растительных остатках и в почве. Наиболее благоприятная температура для прорастания склероциев в конидиальное спороношение +19 – +26 °С. При более низких температурах +2 – +13 °С может наблюдаться образование апотециев, в которых формируются сумкоспоры. Кроме картофеля, гриб поражает около 200 видов растений из различных семейств, чаще всего из сложноцветных, пасленовых, бобовых и др.

Меры борьбы. Против серой гнили осуществляют те же мероприятия, что и против белой гнили.

Аскохитоз

Возбудитель заболевания – несовершенный гриб *Ascochyta lycopersici* Brunaud из порядка Picnidiales. В местах пятен под эпидермисом образуются шаровидные пикниды диаметром 100 –

270 мкм, с перидием из двух-трех слоев клеток с коричневой оболочкой. Пикноспоры цилиндрические, одно- двухклеточные. Одноклеточные размером 6 – 7 × 3 – 3,5 мкм, двухклеточные с закругленными, иногда согнутыми концами, 8 – 11 × 3 – 4 мкм. При длительном намачивании в воде набухают. У перезимовавших пикноспор перидий более толстый, около 24 мкм.

Сумчатая стадия – *Didymella lycopersici* (Plowr.) Kleb. Сумчатое спороношение представлено псевдотециями, которые образуются редко. Они округло-конусовидные, размером 130 – 300 мкм, а сумки – 70 – 95 × 9 – 10 мкм, в которых формируется по 8 спор. Сумкоспоры бесцветные, веретеновидные, с одной поперечной перегородкой и перетяжкой. Размер их 16 – 18 × 5,5 – 6,5 мкм.

Заболевание встречается повсеместно. Вредоносность болезни выражается в уменьшении ассимиляционной поверхности растений в результате преждевременного усыхания листьев, задержке роста и развития растений.

Поражает листья, стебли, реже клубни. Наиболее характерны симптомы болезни у основания стебля. Вначале это небольшие коричневатые пятна с выступающими капельками, затем они становятся серыми и покрываются черным налетом. Стебель в пораженном месте покрывается пятнами по всей окружности. На листьях пятна мелкие, округлые, некротические, вначале коричневатые, а потом темно-коричневые. Вокруг них образуется зона пожелтевшей ткани. Пораженные цветки недоразвиваются, темнеют вместе с цветоносами. На клубнях в местах поражения появляются темные вдавленные пятна с коричневой каймой.

Источник инфекции – растительные остатки, где сохраняется гриб в форме пикнид и псевдотециев. Гриб поражает, кроме культурных сортов картофеля, некоторые дикие виды пасленовых, а также томат, стручковый перец, табак, баклажан, петунию.

Меры борьбы с аскохитозом те же, что и с альтернариозом.

2. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ

Бактериальные заболевания картофеля наносят большой вред производству как товарного, так и семенного картофеля. Ежегодные потери от бактериозов составляют 10 – 15 % от собираемого урожая. В последнее время в Российской Федерации наблюдается прогрессивное распространение наиболее вредоносных бактериозов картофеля: черной ножки и кольцевой гнили, отмечается появление карантинного заболевания – бурой гнили. Вызывают тревогу случаи ухудшения качества исходного семенного материала вследствие зараженности (в скрытой форме) возбудителями бактериозов картофеля.

Черная ножка

Распространение и вредоносность. «Черная ножка» широко распространена во всех районах возделывания картофеля. В РФ характеризуется постоянно высокой вредоносностью. Недобор урожая может колебаться в пределах от 1 – 2 до 50 – 75 %. В ЦЧО во влажные годы потери урожая достигают 40 – 50 %. На северо-западе РФ – 20 – 30 %. В Приморском крае и на юге Камчатской области поражается 3 – 10 и 15 – 20 % кустов, а в годы эпифитотий потери урожая в поле составляют до 80 и 40 – 50 % соответственно.

Характеристика возбудителя. В течение ряда лет полагали, что «черную ножку» картофеля вызывают три самостоятельных, но близкородственных вида пектолитических бактерий рода *Erwinia* (син.: *Pectobacterium*). В настоящее время эти микроорганизмы объединены в один вид *Erwinia carotovora*, у которого имеются две разновидности – subsp. *atroseptica* (Eca) и subsp. *caratovora* (Ecc).

Микроорганизмы *E. carotovora* – короткие палочки, прямые, с округлыми краями, размером 0,6 – 1,8 × 1,7 – 5,1 мкм, одиночные, соединённые попарно или в короткие цепочки. Они подвижные, жгутикование перитрихальное, капсул и спор не образуют. Грамотрицательные, факультативные анаэробы. На картофельном агаре колонии микроорганизмов округлой формы, выпукло-плоские, край ровный или слабоволнистый, голубые, полупрозрачные, опалесцирующие в проходящем свете, хорошо заметны через 1 – 2 суток роста. Бактерии разлагают сахара с образованием кислоты и газа. Нитраты восстанавливают, желатин разжижа-

ют, крахмал не гидролизуют. Створаживают молоко, редуцируют молоко с индикатором. На мясопептонном бульоне вызывают помутнение, а также образуют плёнку, кольцо и осадок.

Симптомы болезни. Болезнь проявляется в форме увядания и загнивания стеблей, а также в поражении клубней. При активном развитии болезни на всходах отмечается пожелтение нижних листьев, дольки которых свертываются лодочкой и приобретают жесткую структуру. Верхние листья растут под острым углом и также желтеют. Позднее увядает и засыхает весь куст.

Основание стебля и корневая система размягчаются и, в зависимости от сортовых особенностей растений и погодных условий, принимают различную окраску (бурую, темную, желтую, темнозеленую). Пораженные стебли под воздействие собственной массы падают и растение погибает. Пораженные растения при их выдергивании из почвы отрываются в месте корневой шейки. При медленном развитии болезни растение отстает в росте, листья становятся более мелкими, но загнивания стебля может не быть. Во влажную прохладную погоду развитие болезни часто протекает как загнивание молодых тканей верхних частей стебля в виде сплошного ослизнения темно-зеленого цвета («плывущий стебель»). Симптомы проявления черной ножки на стеблях иногда сходны с признаками грибного заболевания – ризоктоноиоза. Однако фитопатогенные бактерии вызывают глубокую мацерацию (размягчение) тканей, вследствии которой стебли легко разрываются около поверхности земли при выдергивании. При грибном поражении стебли остаются прочными. При ризоктониозе также не наблюдается поражение клубней в виде мокрой гнили, за исключением случаев совместного развития на растении двух заболеваний (рис. XI).

На клубнях болезнь проявляется в поле обычно во второй половине вегетационного периода. Она известна под названием мокрой (мягкой) гнили и вызывается всеми тремя видами рода *Pectobacterium*. В месте прикрепления клубня к столону при проникновении инфекции отмечается размягчение бесцветного или светложелтого цвета. Позже здесь образуется выгнившая полость или дупло. При наличии благоприятных условий загнивание увеличивается и приобретает специфический винный запах. Неприятный запах возникает позже, когда в гнилостный процесс включается большое количество сапрофитных и полусапрофитных микроорганизмов. Признаки проявления болезни варьируют в зависимости от видовой принадлежности возбудителя и сортовых особенностей картофеля.

В некоторых случаях заболевание проявляется в виде размягчения тех частей клубня, где произошло внедрение фитопатогенных бактерий. Так, возле глазков на кожуре иногда отмечают мелкие некротические пятна. Проникновение микроорганизмов в растительную ткань через механические травмы или повреждения, произведённые насекомыми, животными и орудиями труда, также способствует заражению клубней. Визуально здоровые клубни из-под больных кустов, как правило, содержат в себе скрытую (латентную) инфекцию.

Переход из покоящейся стадии в активную происходит в тот момент, когда преобладают благоприятные для патогена условия внешней среды, которые одновременно снижают механизмы устойчивости хозяина и, в тоже время, обеспечивают размножение и проявление характерных особенностей патогенности микроорганизмов. Болезнь начинает развиваться только тогда, когда популяция патогена в растительной ткани при непрерывном его размножения достигает критического уровня – около 107 клеток. Средний уровень проявления латентной инфекции у потомства от родителей, предварительно инокулированных, но лишённых визуальных признаков «чёрной ножки», составляет 75 – 85 % (Powelson M.I., Apple J.D., 1986).

Специализация возбудителя. Возбудитель относится к многоядным патогенам и поражает большое количество как культурных, так и дикорастущих видов растений разных семейств.

Источники инфекции. Основным источником инфекции считают заражённые семенные клубни, где возбудитель может сохраняться в латентном состоянии. В почве возбудитель сохраняется только в несгнивших растительных остатках. Вместе с разложением больных клубней и ботвы погибают и фитопатогенные бактерии. Однако сохранившиеся поражённые растительные остатки являются источником заражения и возобновления болезни на следующий год. Этот путь заражения более вероятен при монокультуре картофеля. Кроме того, патоген может сохраняться в чечевичках (Nielsen L.W., 1978), в столонной части клубня (Попкова К.В. и др.,1980), в ризосфере различных растений и на поверхности перезимовавших в почве стеблей и клубней картофеля (Матвеева Е.В., 1980).

Важными путями распространения бактериальной инфекции называют два: гниющий материнский клубень или поражённые стебли и листья растений заражают здоровые дочерние клубни в почве (через почвенную воду), либо больные клубни заража-

ют здоровые через поранения в процессе работы уборочных, сортировочных машин и других механизмов. На передачу бактериальной инфекции влияет состояние кожуры клубня. У свежевыкопанных клубней чечевички раскрыты и являются входными воротами для инфекции. Больные растения могут заражать травмированные стебли здоровых соседних кустов, соприкасаясь с ними, в течение всего периода вегетации.

Возбудитель болезни может также передаваться насекомыми, которые контактируют с гниющими растительными материалом (Molina et al.,1974), нематодами (Положенец В.М., 1980), земляными червями, по воздуху – аэрозолями, образованными выпадением дождя на больные растения, заражённой поливной и речной водой (Perombelon M.C.M., Hyman C.J., 1989), почвенной водой в самой почве. Перезаражению здоровых клубней от больных способствуют механические повреждения во время уборки и послеуборочной доработки.

Кольцевая гниль

Распространение и вредоносность. Кольцевая гниль широко распространена в РФ и странах СНГ, во многих странах Европы и Америки. По данным Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (ЕРРО) наибольшее распространение и вредоносность эта болезнь имеет в США, Канаде и России.

В России кольцевая гниль встречается повсеместно как на европейской территории, так и на Урале, Сибири и Дальнем Востоке. В странах СНГ этот бактериоз распространён в Белоруссии, Украине, Казахстане и в Прибалтике.

Болезнь относится к числу вредоносных, потери урожая колеблются от 11 до 44,5 %, и усиливаются в значительной степени в период хранения. Некоторые авторы считают, что потери могут достигать 60 – 70 %. В ряде стран введена сертификация семенного картофеля, предполагающая отбраковку всей партии, если среди 400 проверенных клубней имеется хотя бы один, поражённый кольцевой гнилью.

Характеристика возбудителя. Возбудитель кольцевой гнили – это бактерии вида *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum* (Cms) (син.: *Corynebacterium sepedonicum*).

Бактерии представляют собой короткие палочки (прямые или слабоизогнутые) с округлыми краями, размером 0,3 – 0,6 × 0,8 – 1,4 мкм, одиночные или соединённые в короткие цепочки или попарно. Жгутиков не имеют, по Грамму окрашиваются положительно, аэробы.

Симптомы заболевания. Болезнь поражает листья, стебли, столоны и клубни. При посадке сильно инфицированных клубней часть из них сгнивает, а из остальных вырастают растения, на которых первые признаки появляются на листьях в ранние сроки. Поверхность между жилками каждого листа приобретает палёво-жёлтую окраску, что придаёт листьям крапчатый вид. Верхние листья постепенно желтеют, отдельные из них скручиваются в одном направлении. Нижние листья становятся тонкими и вялыми, их края могут закручиваться вверх. Происходит укорачивание междоузлий, что вызывает карликовость растений и близкое расположение стеблей (рис. XII).

При посадке слабо инфицированных клубней первые симптомы поражения появляются во время цветения в виде увядания одного-двух стеблей в кусте. Позже на концах долей увядших листьев появляются бурые пятна. Увядшие стебли в отличие от других заболеваний (фузариоз, вертициллез) падают на землю. Медленное увядание куста может длиться до уборки. В некоторых случаях на подземной части стеблей выделяется белая, кремовая или желтоватая слизистая масса, что служит диагностическим признаком для кольцевой гнили картофеля.

Описанные формы проявления бактериоза являются результатом проникновения возбудителя болезни по столонам из заражённого семенного клубня в стебли. Бактерии постепенно накапливаются в сосудах и вызывают их закупорку. Листья утрачивают тургор, происходит увядание(вилт) растения. Ряд исследователей связывают увядание растений картофеля также и с выделением бактериями фитотоксического полисахарида (Spensor, Gorin, 1961). На клубнях кольцевая гниль проявляется в виде поражения сосудистого кольца и ямчатой гнили (желтая подкожная пятнистость). Возбудитель болезни проникает в молодые клубни на ранних этапах клубнеобразования через столоны. Сосудистая система клубня размягчается и приобретает светло-желтую окраску. При надавливании из пораженных сосудов выделяется светло-желтая масса. Поражение часто начинается от столонного конца клубня, однако очаги загнивания могут быть и в других местах сосудистой системы. Позже болезнь охватывает близлежащие ткани и сердцевину клубня. У некоторых сортов зона загнивания в виде конуса распространяется от столонной части в сердцевину. В конечном итоге развивается мокрая гниль, когда ткани полностью разрушаются и превращаются в белую, тягучую, неприятно пахнущую массу. На пораженных клубнях около столона и чечевичек иногда образуются розовые или светло-коричневые поверхностные пятна и растрескивание.

Ямчатая форма кольцевой гнили возникает при проникновении бактерии через поранения кожуры в осенний период, однако на ранних стадиях внешние симптомы болезни отсутствуют. Болезнь проявляется и может быть обнаружена через 5 – 6 месяцев (в конце зимы- начале весны) в виде образования под кожурой округлых пятен кремового или светло-желтого цвета. Они вначале бывают небольших размеров (2 – 3 мм), но постепенно расширяются и углубляются, достигая в диаметре 1 – 1,5 см. В конечном итоге образуются ямки, которые достигают сосудистого кольца, вызывая его инфицирование.

Бактериальную кольцевую гниль часто смешивают с поражениями клубня, вызываемыми грибами родов *Fusarium, Verticillum*, бактериями *Ralstonia solanacearum*. Основным диагностическим признаком, указывающим на *C. michiganensis* как возбудителя болезни, в таких случаях считают пожелтение сосудистого кольца и образование в нём светло-жёлтой слизистой массы, выступающей из сосудов при их сдавливании. В отличие от него, возбудитель бурой гнили *R. solanacearum* вызывает побурение сосудистого кольца клубня (рис. XII).

Многие исследователи отмечали, что при посадке внешне здоровых клубней вырастают больные растения. Возбудитель может передаваться потомству в течение нескольких поколений без видимых симптомов. В годы благоприятного для него развития на таком материале наблюдается вспышка болезни.

Специализация патогена. Картофель считается единственным природным хозяином *C. michiganensis*. В опытах по искусственной инокуляции видов растений, ботанически близких к картофелю, показана восприимчивость ряда видов, и некоторые из них (томат и баклажан) используются как диагностические индикаторные хозяева (Langerfeld E., Rohloff H., 1988).

Источники инфекции. Поражённые клубни являются основным источником сохранения инфекции и передачи её клубням нового урожая. Считается, что в почве бактерии не сохраняются, в отличие от возбудителя бурой гнили. Однако есть данные, что возбудитель кольцевой гнили может длительно сохраняться в не обогреваемых помещениях на любых поверхностях (Nelson, 1978).

Здоровые клубни могут заразиться при контакте с гниющими, особенно если они имеют царапины, участки с содранной кожурой. В этом случае поражение тканей наблюдается в местах попадания бактерий – ямчатая гниль. Особенно усиливает перезаражение резка картофеля.

Бурая бактериальная гниль

Вызывается бактериями *Ralstonia solanacearum* (Син.: *Pseudomonas solanacearum*). Первые признаки болезни проявляются в фазу цветения – начале формирования клубней в виде увядания листьев и стеблей в солнечные часы дня. Увядающие листья желтеют и сморщиваются, а черешки листьев и стебли поникают. Пораженные стебли буреют, нижняя прикорневая их часть размягчается и загнивает, отмечается расщепление вдоль стебля. Пораженные сосуды окрашиваются в коричневый или бурый цвет, что вызывает образование темно-коричневого кольца на срезах стебля. При надавливании из пораженной ткани стебля выделяется грязно-белая или коричневая слизь. Часто потемневшие сосуды хорошо видны на молодых стеблях в виде удлиненных темных полос. Аналогичные полосы видны иногда на жилках листьев. Сосуды ксилемы у пораженных растений заполнены плотной желтовато-бурой камедеобразной массой.

Бурая гниль – сосудистое заболевание картофеля. Вследствие закупорки сосудов происходит быстрое увядание и гибель отдельных стеблей, а иногда и всего растения. При вертициллезном увядании и кольцевой гнили пораженные стебли не загнивают и не расщепляются вдоль стебля, отсутствует также бактериальная слизь.

Из пораженных стеблей фитопатогенные бактерии проникают в столоны и сосудистую часть клубня. Происходит размягчение сосудистого кольца клубня и его побурение, а не пожелтение как это бывает при поражении кольцевой гнилью, при надавливании на него выделяются капельки грязно-белой слизи. При благоприятных условиях уже в поле, а чаще в период хранения загнивают прилегающие к сосудам участки сердцевины, которые приобретают темно-бурую окраску и покрываются слизью. В конечном итоге клубень полностью сгнивает (рис. XXXVI).

Меры борьбы с бактериозами картофеля

В современных условиях борьба с болезнями может быть эффективной только на основе управления внутрипопуляционными и межпопуляционными отношениями в агробиоценозах при условии защиты растений от комплекса патогенов, а не от отдельных возбудителей заболеваний. Поэтому приёмы защиты картофеля от болезней должны содержаться во всех циклах работ, входящих в технологию производства картофеля. Борьба с болезнями картофеля должна проводиться организационно-хозяйственными,

специальными, семеноводческими, агротехническими, биологическими, химическими и другими методами, сочетающимися друг с другом, то есть основываться на принципах интеграции.

В основу защиты картофеля от болезней должны быть положены профилактические мероприятия, с которыми сочетаются истребительные приёмы. Это связано с необходимостью воздействия на патогены не только в период их активизации, но и в фазах депрессии и начала расселения. Так, после посадки картофеля активная борьба с возбудителями болезней затруднена из-за малой уязвимости патогенов на клубнях, быстрого их распространения на надземных частях растений.

В комплекс мер борьбы с бактериозом картофеля входит:

1. Соблюдение и выполнение всех агротехнических приёмов (севооборот, внесение оптимального соотношения удобрений (N: P:K-1:1-1,2:1,6-2 для семенного картофеля, 1: 0,8-1: 1,5-1,8 для продовольственного). Повторная посадка картофеля на зараженном поле возможна через 4 – 5 лет после таких предшественников, как многолетние бобовые травы, зерновые и другие.

2. Тщательная подготовка семенного материала. Обязательная переборка семенного материала с удалением всех поражённых клубней. Перед посадкой провести прогревание клубней при 12 – 18 °С в течение трёх недель с последующей переборкой. Хорошо использовать для лучшего проявления болезни обработку клубней 0,002 % раствором янтарной кислоты в течение 30 минут. Рекомендуется проводить посадку целыми клубнями, при вынужденной резке клубней нож дезинфицировать в растворе марганцевокислого калия или формалином (1:300).

3. Протравливание клубней препаратами ТМТД, СП (800 г/ т), поликарбоцин, СП (800 г/т) и др. Однако протравливание допустимо только в том случае, если картофель перебран, клубни просушены без признаков заболеваний и повреждений. В последние годы ведётся поиск микробиологических средств, способных подавить возбудителей путём их интродукции в корневую систему. Хорошие результаты получены при использовании препаратов ризоплан (20 мл концентрата (10^9 КОЕ/мл)/т за 7 – 10 дней до высадки в поле и опрыскивание дважды в сезон – до смыкания рядков и в стадию бутонизации) и бактофит.

Использование при посадке сортов с повышенной устойчивостью к бактериозам картофеля – Удача, Ресурс, Волжанин, Ульяновский и др.

4. 2 – 3-разовая прочистка от больных кустов на семенных участках: первая по всходам (20 – 25 см), вторая – в фазе цветения, третья – за 2 – 3 недели до уборки и продолжая вплоть до уборки урожая. Уборку следует проводить в оптимальный срок и с максимальным предохранением от механических повреждений. Перед уборкой обязательно скашивание или десикация ботвы за две недели. Для уменьшения повреждений клубней семенные участки убирать лучше копалкой, предварительно продезинфицировав ее медным купоросом. Семенной картофель лучше не пропускать через механические сортировальные пункты (КСП), а перебирать вручную.

5. Подготовка хранилищ для закладки клубней на хранение: очистка его, дезинфекция медным купоросом (2 – 3 % водным раствором), окрашивание стен хранилища свежегашеной известью. Поставить дезбарьеры при входе в хранилище (коврики, пропитанные 5 % медным купоросом).

Перед закладкой на хранение просушивание клубней при 12 – 15 °С в течение 3 – 4 часов. Затем соблюдение режима хранения. В первые 15 – 20 дней хранения поддерживают температуру воздуха 13 – 18 °С и влажность 90 – 95 %, затем постепенно охлаждают до 2 – 5 °С и влажности 95 – 99%.

3. СМЕШАННЫЕ ГНИЛИ КЛУБНЕЙ

В последние годы значительно распространились при хранении картофеля смешанные гнили клубней бактериальной и микозно-бактериальной природы. Совместное действие на растение фитопатогенных грибов и бактерий вызывает активное развитие патологических изменений в картофеле. Их вредоносность значительно возросла в условиях интенсификации, специализации картофелеводства и применения механизации при уборке, послеуборочной доработке и транспортировке картофеля, при которых происходит травмирование клубней и их перезаражение.

В период хранения в клубнях идут сложные физиолого-биохимические процессы взаимодействия между микроорганизмами. Часто они приводят к усилению их патологической активности и увеличению вредоносности. Микозно-бактериальные гнили встречаются более, чем в 80 % пораженных клубней, среди них обычно чаще встречаются фузариозно-бактериальные гнили и фузариозно-фитофторозно-бактериальные. Наибольшее снижение урожая и ухудшение его товарных качеств отмечено при поражении клубней фузариозно-бактериальными гнилями. Видовой состав возбудителей в различных районах возделывания картофеля варьирует. В Белоруссии он составил свыше 30 видов грибов и бактерий. Из числа изученных бактериальных возбудителей, вызывающих смешанные микозно-бактериальные гнили, к роду *Pectobacterium* отнесено 36,4 %. *Bacillus* – 43,4 %, *Agrobacter* – 8,6 %.

Взаимоотношения грибов и бактерий при смешанных инфекциях разнообразны и зависят от вида патогена и температуры. Так, при смешанных инфекциях грибов и бактерий синергизм отмечен при инфицировании клубней видами рода *Fusarium* и возбудителем черной ножки при 5 – 20 °С, фитофторозно-бактериальном – при 15 – 20 °С, фомозно-бактериальном – при 10 °С. Грибные компоненты усиливали действие друг друга при 15 – 20 °С, однако между возбудителями фомоза и фитофтороза при любых температурах наблюдаются антагонистические взаимоотношения. Регулируя условия внешней среды, прежде всего температуру, при подготовке к хранению и во время хранения картофеля, можно менять характер проявления клубневых смешанных гнилей, подавляя развитие наиболее вредоносных патогенов

Бактериальные смешанные инфекции. Возбудители – виды родов *Pectobacterium* и *Corynebacterium*. При совместном заражении посадочного материала *P. phytophthorum* (и близкие к нему виды) и *C. sepedonicum* в большинстве случаев усиливается проявление симптомов черной ножки: снижается интенсивность роста, наблюдается карликовость растений, пожелтение листьев, свертывание листовой пластинки лодочкой, загнивание нижней части стебля, корневой шейки и корней. Клубни под пораженными кустами мелкие, они загнивают, начиная от места прикрепления к столону. Иногда на пораженных кустах отмечено увядание отдельных стеблей как при кольцевой гнили.

Совместное инфицирование посадочных клубней вызывает пораженние клубней нового урожая бактериозами с преобладанием симптомов черной ножки. Установлен переход скрытой инфекции в активный процесс как в период вегетации, так и при хранении клубней. Усиление этого процесса зависит от погодных условий. В свою очередь, активное развитие бактериозов при комплексных инфекциях обеспечивает накопление в урожае клубней с латентной инфекцией.

Фузариозно-бактериальная гниль. Возбудители – грибы рода *Fusarium* – *F. sambucinum, F. solani, F. coeruleum, F. semisectum, F. colmorum* и др., и бактерии родов *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus*. В зависимости от условий хранения патогенез протекает с преобладанием симптомов мокрой или сухой гнилей. В первом случае отмечено размягчение тканей, приобретающих различную окраску – от светлой до темно-коричневой. Размягченные ткани превращаются в слизистую гнилостную массу с резким неприятным запахом. На границе больной и здоровой тканей заметна темная полоса. На поверхности клубня образуются подушечки спороношения грибов рода *Fusarium*.

При течении болезни по типу сухой гнили внутри клубня образуются полости, покрытые мицелием (розовым, белым, оранжевым в зависимости от вида возбудителей). Между здоровой и больной тканями, как и в первом случае, заметна темная полоса. Запах отсутствует.

Сочетание фузариозной и бактериозной инфекций увеличивает зараженность растений бактериозами. По всей вероятности, грибная инфекция стимулирует накопление бактерий. В конечном итоге, комплексное заражение грибами и бактериями приводит к росту количества гнилей картофеля смешанной природы.

Фитофторозно-бактериальная гниль. Возбудители – оомицет *Phytophthora infestans* и бактерии родов *Pectobacterium*,

Pseudomonas и *Bacillus*. Этот тип смешанной гнили встречается, в основном, в начальный период хранения картофеля, а к концу хранения исчезает в результате ингибирующего действия бактерий. Часто под действием бактерий рода *Pectobacterium* клубни полностью разрушаются в осенний период, превращаясь в мягкую (мокрую) гниль.

На поверхности пораженных клубней болезнь проявляется в виде твердых, слегка вдавленных пятен неправильной формы, окрашенных в бурый или коричневый цвет. На разрезе клубня ткань ржаво-коричневая, плотной консистенции, пораженные ткани покрыты бактериальной пленкой, которая в зависимости от вида бактерий может быть мягкой, слизистой или плотной. Отсутствует четкая граница между здоровой и пораженной тканями. Иногда отмечают образование полостей. В оптимальных температурных условиях осенью (свыше 10 °С) клубень может в короткий срок полностью сгнить.

Фомозно-бактериальная гниль. Возбудители – гриб *Phoma exigua* и бактерии родов *Pectobacterium* и *Bacillus*. Болезнь не получила широкого распространения и поражает клубни только в отдельные годы. Заражение посадочных клубней приводит к значительному снижению урожая. При этом увеличивается пораженность клубней мокрой бактериальной гнилью. Очевидно, это можно объяснить стимулирующим действием грибной инфекции на латентную форму бактериальной и переходу последней в явную во время хранения.

Симптомы болезни на клубнях следующие: на поверхности образуются округлые вдавленные язвы, напоминающие след от пальца с туго натянутой или разорванной кожицей; на кожуре заметны пикниды гриба (темные точки); внутри клубня образуются полости, выстланные серо-белым мицелием. Пораженная ткань отделяется от здоровой четко очерченной темноокрашенной пробковой зоной. На разрезе клубня видна бактериальная масса желтого или светло-коричневого цвета без запаха.

Фитофторозно-фузариозная гниль. Возбудители – оомицет *Phytophthora infestans* и виды рода *Fusarium*. Встречается во всех зонах возделывания картофеля. Диагностируется в основном по признакам, свойственным отдельным заболеваниям. Весной, в конце периода хранения, маскируется обычно симптомами фузариоза (сухой гнили). На пораженных клубнях в это время могут развиваться сапрофитные бактерии, вызывая мокрое загнивание и во влажных условиях – ослизнение пораженных тканей.

Фомозно-фузариозная гниль. Возбудители – гриб *Phoma exigua* и виды рода *Fusarium*. Проявляется в образовании на поверхности клубня округлых пятен серовато-бурого цвета, слегка вдавленных по краям. В пораженных клубнях отмечены большие полости, покрытые серовато-черным стелющимся мицелием возбудителя фомоза или пушистым мицелием возбудителя фузариоза, окрашенных в зависимости от вида гриба в белый, оранжевый или красноватый цвета. Под кожурой и на поверхности полостей видны пикниды возбудителя фомоза.

В борьбе против смешанных гнилей имеются два пути повышения эффективности химических препаратов: использование соединений, проявляющих одновременно фунгицидные и бактерицидные свойства, и применение смесей препаратов, обладающих синергическим эффектом, при котором действие смеси сильнее суммы эффектов отдельных её компонентов.

4. БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ВИРУСАМИ И ВИРОИДАМИ

В настоящее время известно около 40 фитопатогенных вирусов, идентифицированных на картофеле в различных странах и регионах с разнообразными природно-климатическими условиями. На основе современных представлений и сведений, опубликованных в мировой литературе по культуре картофеля в последние годы, к числу наиболее важных фитопатогенных вирусов, получивших практически повсеместное распространение везде, где возделывается картофель, относятся:

вирус скручивания листьев картофеля, ВСЛК (potato leaf roll virus, PLRV);

Y вирус картофеля, УВК (Potato virus Y, PVY);

X вирус картофеля, ХВК (Potato virus X, PVX);

S вирус картофеля, SBK (Potato virus S, PVS);

M вирус картофеля, MBK (Potato virus M, PVM).

Меньшее значение по широте распространения в России и степени вредоносности имеют:

А вирус картофеля, АВК (Potato virus A, PVA);
вирус аукуба мозаики картофеля
(Potato aucuba mosaic virus, PAMV);
вирус метельчатости верхушки картофеля, ВМВК
(Potato mop top virus, PMTV);
вирус погремковости табака, «ратлл вирус»
(Tobacco rattle virus, TRV);
вирус черной кольцевой пятнистости томатов
(Tomato black ring virus, TBRV);
вирус желтой карликовости картофеля ВЖКК
(Potato yellow dwarf virus, PYDV) и др.

Особенно высока вредоносность таких фитопатогенных вирусов, как ВСЛК, УВК (различные штаммы), МВК. При сильном распространении этих патогенов потери урожая могут достигать 50 % (рис. 3). Большая вредоносность ВСЛК, УВК, МВК, вызывающих тяжелые и средние формы вирусного заражения на картофеле, объясняется, прежде всего, тем, что они быстро распространяются переносчиками, например, зеленой персиковой тлей

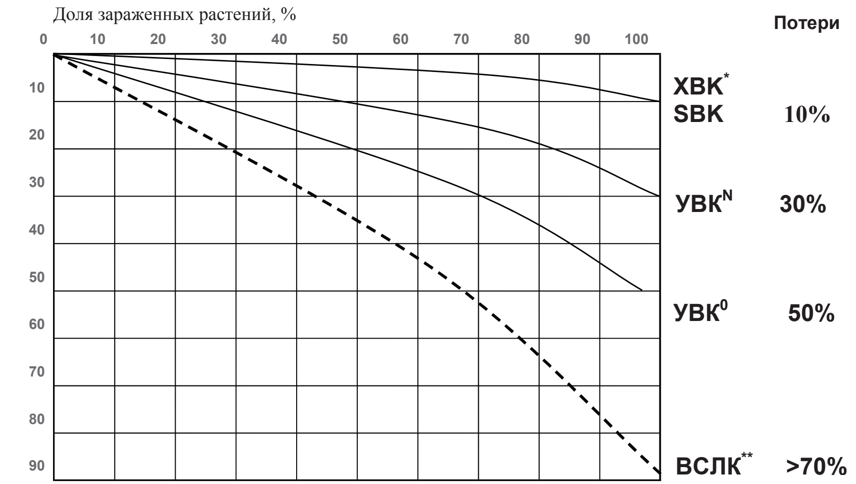

Рис. 3. Снижение урожая картофеля в результате нарастания вирусного заражения

* Struik and Wiersems, 1999;

** Анисимов, 2004

(*Myzus persicae*) и, вызывая тяжелые и средние формы вирусного заражения на растениях, почти всегда передаются вегетативно размножаемому потомству через клубни. Некоторые вирусы при смешанной инфекции с другими вирусами могут вызывать значительно более тяжелые поражения.

Высокая вредоносность фитопатогенных вирусов на картофеле обусловлена тем, что под воздействием вирусной инфекции ухудшаются рост и развитие растений, снижаются урожай, качество и товарность клубней. Некоторые вирусы вызывают внутренние некрозы клубней, что делает их практически непригодными как для употребления в пищу, так и для промышленной переработки. В этом отношении особенно следует отметить железистую пятнистость и опробковение клубней. Проявление этих симптомов и дефектов на клубнях помимо прочих причин может быть вызвано также почвенными вирусами, переносчиками которых являются почвообитающие паразитические нематоды и грибы. Так, «раттл-вирус» (синонимы: вирус погремковости табака, вирус пестростебельности табака, вирус внутреннего некроза клубней) вызывает некрозы тканей клубней, сетчатый некроз проводящей системы, а также некрозы в виде колец и дуг на поверхности и внутри клубней. Вирус «моп-топ» (вирус метель-

чатости верхушки картофеля) на клубнях вызывает появление бурых концентрических темных пятен со светлым окаймлением («птичий глаз»), а на разрезе – некрозы, которые схожи с вызываемыми «раттл-вирусом».

Обычно накопление вирусной инфекции в семенном материале картофеля и проявление признаков болезней прогрессирует с увеличением числа полевых поколений. По этой причине в процессе оригинального, элитного и репродукционного семеноводства классность семенного материала с каждым последующим поколением снижается на одну ступень. Борьба с вирусными болезнями является одной из важнейших и наиболее сложных проблем в семеноводстве картофеля.

ОПИСАНИЯ БОЛЕЗНЕЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ И ВИРОИДАМИ

Скручивание листьев

Возбудитель – L-вирус картофеля (Вирус скручивания листьев картофеля (ВСЛК); Potato leafroll virus (PLRV); Solanum virus 14, Smith; Potato virus 1, Johnson).

Симптомы: В год заражения отмечается посветление ботвы и скручивание верхних листьев; в потомстве выявляется хлороз и сильное скручивание долей нижних листьев вверх вокруг средней жилки. Верхние листья сухие и ломкие. Пораженные листья становятся кожистыми и сильно шуршат, нижняя часть их может стать почти серебристой. Избыточное количество углеводов в листьях является характерной особенностью этой болезни. Скручивание листьев является прямым следствием этого избытка углеводов в листьях, который обусловливает растяжение клеток губчатой паренхимы (рис. XIII).

Способы передачи. В полевых условиях передается в основном зеленой персиковой тлей. Наибольшее распространение происходит в годы, когда наблюдается большее количество крылатой тли.

Вредоносность: снижение урожайности на 20 – 70%.

Морщинистая и полосчатая мозаики

Возбудитель – Y-вирус картофеля (Solanum virus 2, Smith; Potato virus 20, Johnson; Potato streak virus Orton; potato virus Y (PVY)). Различают три основных штамма вируса Yo, Yn, Yc. Наибольшее распространение имеет штамм Yo. В последние годы выделен штамм Yntn, который вызывает клубневые симптомы.

Симптомы: Вирус Y в зависимости от признаков проявления вызывает такие заболевания, как морщинистая и полосчатая мозаики, хотя эти названия не вполне точно отражают характер визуальных признаков (рис. XIV).

Морщинистая мозаика: Листья приобретают мозаичную расцветку и бугристую, морщинистую поверхность. Морщинистость листьев обусловлена усиленным разрастанием междужилковой ткани и при сильном поражении края листьев загибаются к низу.

Полосчатость отмечается при образовании некрозов по жилкам с нижней стороны листа в виде штрихов, полос и пятен. Черешки и листья становятся хрупкими, на нижних листьях появляются угловатые темно-коричневые пятна. В дальнейшем некроз листьев, начиная с нижнего яруса, приводит к отмиранию листьев, и они повисают на черешках. В результате у пораженных растений оголяется стебель, листья остаются только на верхушке, и растение приобретает пальмообразный вид. Полосчатая мозаика проявляется после цветения и усиливается с возрастом растений.

Способы передачи: контактом и тлей.

Вредоносность: снижение урожайности на 30 – 90%.

Крапчатая (обыкновенная, мягкая) мозаика

Возбудитель: X-вирус картофеля (Синонимы: Potato virus X (PVX); Solanum virus 1 Smith; Potato latent virus Schulz; Potato virus 16 Johnson; Latent mosaic virus).

Симптомы: проявляется в виде расплывчатых светло-зеленых пятен на листьях, которые трудно рассматриваются в солнечный день. Слабые признаки лучше заметны на молодых растениях до цветения, затем они ослабевают или исчезают. При поражении сильными штаммами на отдельных сортах отмечается образование некрозов на листьях и верхушках стеблей. У большинства сортов вирус часто содержится в латентном состоянии (рис. XV а).

Способы передачи: в полевых условиях передается контактом, возможна передача почвенным грибом *Synchitrium endobioticum*. Не переносится тлей.

Вредоносность: снижение урожая даже при отсутствии симптомов может быть 10 – 15%, при мозаике до 25%.

Обыкновенная и складчатая мозаики

Возбудители – S, S+X, A-вирусы картофеля и их комплексы.
Вирус S (синонимы: Solanum virus 5, Smith; Potato virus S (PVS))

Симптомы: признаки на растениях разнообразны: от полного отсутствия признаков заражения на растениях до бронзовости листьев. Могут также отмечаться слабая морщинистость и складчатость листьев, общее посветление листьев, их глубокое жилкование, иногда краевой некроз и ложечковидная деформация листьев.

Способы передачи: Передача в полевых условиях главным образом контактом. Существенное значение может иметь и передача при помощи тли.

Вредоносность: снижение урожайности на 10 – 20%.

Вирус А (синонимы: Solanum virus 3, Smith; potato mild mosaic virus, Holmes; potato virus A (PVA))

Симптомы: Симптомы вируса А на растениях картофеля проявляются в слабой, обыкновенной мозаике и разнообразными деформациями листьев (курчавость, складчатость, волнистость). Часто встречается латентная форма (рис. XV б).

Способы передачи: Переносится при контакте больных и здоровых растений, но главным образом тлями.

Вредоносность: возможно снижение урожая до 40%.

Мозаичное закручивание верхних листьев

Возбудитель – М-вирус картофеля (вирус К, вирус мозаичного закручивания листьев, Potato virus 7, Smith; Potato paracrincle virus Salaman; Potato virus M (PVM).

Симптомы: Отмечается мозаичность, закручивание и волнистость краев верхних листьев в виде ложечки. Сильно проявляется в период бутонизации. К концу вегетации симптомы ослабевают или исчезают полностью. Часто встречается в латентном состоянии и в комплексе с вирусами X и S (рис. XV в).

Способы передачи: В полевых условиях вирус распространяется контактным путем и насекомыми (тлей и полевыми клопами).

Вредоносность: Снижение урожая на 25 – 40%. Кроме того, снижается содержание крахмала в клубнях на 2 – 3%.

Аукуба мозаика

Возбудитель – F-вирус картофеля (Potato virus F; Solanum virus 9, Smith; Potato tuber blotch virus; Potato aucuba mosaic virus, Marmor aucuba Holmes).

Симптомы: Весьма разнообразны и зависят от сорта и штамма вируса (обыкновенная мозаика, морщинистость листьев, рассеянность некрозы, желтая пятнистость, некротическая штриховатость стебля, некроз черешков долей и жилок). Чаще на верхних листьях образуется ярко-желтая крапчатость, а на клубнях некрозы в паренхиме коры и сердцевине в виде правильной формы пятен, позднее имеющих вид сухих бурых углублений. Во второй и последующие после заражения годы симптомы могут отсутствовать на листве. Некроз клубней происходит обычно во время хранения. Встречается латентная инфекция (рис. XV г).

Способы передачи: В полевых условиях распространяется контактом и тлей (зеленая персиковая тля).

Вредоносность – снижение урожайности на 30 – 40%.

Мраморность (калико)

Возбудитель – вирус мозаики люцерны (ВМЛ) (Potato-pseudo-aucuba virus; Solanum virus 10, Smith; Alfalfa mosaic virus (AMV)).

Симптомы: На листьях отмечается образование между жилками неравномерно расположенных пятен или крапинок ярко-желтого, желто-белого или серого цвета. Встречаются также некротический штаммы, приводящие растение к гибели. Возможна латентная инфекция.

Способы передачи: Тлей и контактом.

Вредоносность – невысокая.

Кольцевая пятнистость, некроз клубней и крапчатость стебля картофеля

Возбудитель – вирус погремковости табака (раттл-вирус, R-вирус, вирус пестростебельности табака, вирус внутреннего некроза клубней).

Симптомы: отмечаются разнообразные симптомы: общий хлороз, яркая мозаичность листьев, некрозы на черешках и стеблях, мраморность листьев, волнистость краев долей, курчавость, некрозы жилок листьев, черешков. По краю листьев может наблюдаться краевой некроз, которому предшествует образование светло-зеленой каймы особенно на концевой доле.

Сетчатый некроз проводящая системы, а также некрозы в виде колец и дуг на поверхности и внутри клубней. Иногда эти некрозы видны через кожуру (рис. XV д).

Способы передачи: Нематодами: *Paratrichodorus minor, P. pachydernus, Trichodorus similis*, грибом *Olpidium brassicae* и контактом. Контакт не имеет большого значения, так как вирус медленно распространяется по растению.

Вредоносность – снижение урожайности на 15 – 70%.

Метельчатость верхушки

Возбудитель – вирус метельчатости верхушки картофеля (ВМВК) (Potato mop-top virus (PMTV)).

Симптомы: Габитус куста имеет приземистый вид из-за укорачивания междоузлий верхней части стебля. Верхние листья имеют серповидную форму и расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Может наблюдаться яркая мозаичность (ложная аукуба), измельчение верхних листьев, их курчавость. На клубнях появляются бурые концентрические темные пятна со светлым окаймлением «птичий глаз», а на разрезе – некрозы. Некрозы на клубнях схожи с вызываемыми раттл-вирусом.

Способы передачи: Грибом *Spongospora subterranea*.

Вредоносность снижение урожайности на 5 – 25%, кроме того, снижается товарность клубней.

Веретеновидность клубней

Возбудитель – вироид веретеновидности клубней (ВВКК) (Potato spindle tuber viroid (PSTV)).

Симптомы: При поражении ВВКК отмечается уменьшение количества побегов, измельчение листьев, искривление листовой пластинки. Листья и боковые побеги направлены под более острым углом вверх. Наиболее характерным признаком является деформация конечных долей верхнего яруса, которые изгибаются в сторону, образуя характерную серповидность. Нередко усиливается плющелистность в сочетании с деформацией за счет искривления жилок и стягивания краев долей. Окраска куста светлая, часть с хлорозом и антоцианом верхушки.

Клубни имеют удлиненную веретеновидную, или грушевидную форму, иногда с трещинами. Глазки и надбровные дуги ярко очерчены. Припухшая ткань глазков заметно выдается в виде «глаза» над поверхностью клубня. К концу вегетации на кожуре рано образовавшихся клубней некоторых сортов появляются округлые, поверхностные, розовые, чуть припухшие пятна диаметром 0,5 – 2 см. во время хранения пятна темнеют и становятся слегка вдавленными, с твердой поверхностью. У сортов с окрашенными клубнями заметно ослабляется интенсивность окраски (рис. XV е).

Способы передачи: В полевых условиях распространяется главным образом контактом. Возможен перенос некоторыми насекомыми (клопами, тлями, некоторыми жуками, цикадами). Кроме того, переносится семенами, пыльцой, а также при контакте ростков, клубней и корней.

Вредоносность: снижение урожайности на 20 – 80%.

Защита картофеля от вирусных болезней

Основные мероприятия в борьбе с вирусными заболеваниями – удаление источников вирусных инфекций, уничтожение переносчиков и минимизирование приёмов, которые могут привести к перезаражению. Разные вирусы могут переноситься разными способами, и это надо учитывать при планировании защитных мероприятий.

С практической точки зрения среди различных способов переноса вирусов картофеля и PSTV, представленных в таблице (контакт, тли, грибы, нематоды, ботанические семена и др.) в качестве основного и наиболее активного переносчика все же необходимо выделить зеленую персиковую тлю (*Myzus persicae*). Обычно, в зависимости от времени, в течение которого фитопатогенные вирусы способны сохранять инфекционность в организме тлей, их подразделяют на две группы: персистентные, к которым относится PLRV, и неперсистентные (большинство вирусов картофеля), среди которых особо следует выделить PVY.

Основные отличительные особенности переноса персистентных (на примере PLRV) и неперсистентных(PVY) вирусов тлями даны в таблице 2. Эти особенности также необходимо учитывать при решении практических задач.

Приведенные в таблицах 1 и 2 данные показывают, что большинство вирусов, поражающих картофель, в полевых условиях распространяются одним или несколькими путями: 1) насекомыми питающимися на растениях картофеля, 2) почвообитающими паразитическими нематодами и грибами, 3) через ботанические семена, полученные от зараженных материнских растений.

Возможность вирусного заражения растений картофеля, и, что особенно важно, перемещения вируса в клубни, во многом определяется местом и условиями выращивания, агротехникой, уровнем инфицирующей нагрузки (количеством переносчиков

и источников инфекции), устойчивостью возделываемых сортов и другими факторами.

Табл. 1.
Основные способы переноса фитопатогенных вирусов на картофеле

Сокращенное название вирусов*	Контакт	Тли	Грибы	Нематоды	Другие	Ботанические семена
PLRV	-	+	-	-	-	-
PVY	+	+	-	-	-	-
PVM	+	+	-	-	-	-
PVS	+	+/-	-	-	-	-
PVX	+	-	+	-	-	-
PVA	+	+	-	-	-	-
PAMV	+/-	+/-	-	-	-	-
PMTV	+	-	+	-	-	-
TRV	+	-	-	+	-	+
TBRV	+	-	-	+	-	-
PYDV	+	-	-	-	leafhopper	?
PSTV	+	-	-	-	-	+

* PLRV – вирус скручивания листьев картофеля; PVA – вирус A картофеля; PVM – вирус M картофеля; PVS – вирус S картофеля; PVX – вирус X картофеля; PVY вирус Y картофеля; PAMV- вирус аукуба мозаики картофеля; PMTV – вирус «моп-топ» картофеля; TRV – «раттл вирус»; TBRV – вирус черной кольцевой пятнистости томатов; PYDV – вирус желтой карликовости картофеля; PSTV – вироид веретеновидности клубней картофеля.

Табл. 2.
Основные особенности переноса персистентных и неперсистентных вирусов тлями на примере PLRV и PVY

Особенности	PLRV	PVY
Время, необходимое для попадания вируса в насекомое от зараженного растения (инкубационный период)	1 – 4 часа	до 5 мин.
Ткань в зараженном растении, из которой переносится вирус	Флоэма	Паренхима
Время до наступления способности тли заражать другие растения	24 часа	Несколько секунд
Период, в течение которого тля остается способной заражать другие растения	Всю жизнь	До 1 часа
Время, через которое вновь зараженное растение становится новым источником инфекции	1 – 3 нед	1 – 3 нед
Время, необходимое, чтобы вирус перешел в клубни, после того как растение стало зараженным	1 – 5 нед	1 – 5 нед
Возможность контроля с применением минеральных масел	Нет	Есть
Возможность контроля с применением инсектицидов	Есть	Ограничена

5. БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ФИТОПЛАЗМАМИ

Столбурное увядание

Столбурное увядание картофеля (столбур) впервые было обнаружено на томате. Заболевание распространено в центрально-черноземных областях России, на среднем Поволжье, Южном Урале, в Армении. При поражении растений столбуром их продуктивность снижается на 31 – 50 %.

Возбудитель столбура – фитоплазма из класса Mollicutes, подкласса Acholeplasmatales, семейства Acholeplasmataceae. Частицы фитоплазмы округлой или овальной формы, размером от 50 до 900 нм по наибольшему диаметру, иногда с ответвлениями.

Различают два штамма столбура: южный и северный.

Южный столбур картофеля распространен в южных районах. Заболевание характеризуется окаймлением долек верхушечных листьев, измельчением отрастающих листьев, укорочением междоузлии и разрастанием пазушных листьев. На 7 – 10-й день после проявления первичных симптомов наблюдается увядание растений, чему предшествует отмирание части корневой системы. Часто такой тип увядания путают с фузариозным увяданием, хотя при нем возбудитель фузариоза не обнаруживается. Весной при проращивании клубней, собранных с пораженных растений, образуются нитевидные бесцветные ростки. Они не дают корней, чем и отличаются от ростков здоровых клубней.

При посадке клубней с нитевидными ростками в поле наблюдается большое выпадение растений. Укоренившиеся больные клубни образуют тонкие стебли, с трудом пробивающиеся на поверхность почвы. На кустах проявляется типичный столбур, либо они приобретают вид кудряшей и не образуют соцветий. Одним из характерных признаков столбура является образование каллозы во флоэме клубней больных растений. Весенние посадки картофеля поражаются столбуром сильнее, чем летние.

Северный столбур распространен в северных районах. Заболевание характеризуется подавленным ростом растений, повышенным ветвлением, мелколистностью и позеленением цветков. Увядание растений при северном столбуре не наблюдается, чем он и отличается от южного.

Встречаются и другие симптомы проявления болезни. Разнообразие типов поражения картофеля столбуром объясняется различным штаммовым составом фитоплазмы.

Столбурное увядание относится к типичным природно-очаговым заболеваниям. Переносчики фитоплазменных организмов – цикады. Возбудитель болезни поражает большое количество видов многолетних дикорастущих и сорных растений, которые являются основным местом резервации инфекции. Особое значение среди них отводится вьюнку полевому.

Ведьмины метлы

Заболевание встречается во всех основных зонах выращивания картофеля. Для болезни характерен кустистый вид растений ввиду образования на коротких стеблях большого количества тонких округлых пазушных боковых побегов с мелкими, большей частью простыми, светло-зелеными или хлоротичными листьями и зелеными цветками. Листья пораженных растений редуцированные, простые или с уменьшенным количеством долей. К моменту уборки под каждым кустом формируется несколько десятков мелких изросшихся клубней.

Возбудитель болезни – фитоплазма Potato witches broom.

Кроме картофеля, фитоплазма поражает табак, томат, баклажан, паслен, дурман, белену, свеклу, клевер и др. Передается возбудитель болезни цикадой *Ophiola flavopicta*, а также другими видами из родов *Aceratogallia* и *Agallia*. Инфекция может передаваться и прививкой. Потери урожая, вызванные «ведьмиными метлами», составляют 20 – 50 %.

Круглолистность

Круглолистность картофеля встречается почти во всех зонах его выращивания. Больные растения низкорослые, хорошо облиственные. Листья деформированные, мелкие. Доли их округлые, выпуклые, с желтым окаймлением и слабой складчатостью. На ботве встречаются и другие признаки болезни, обусловленные различием штаммов возбудителя. Пораженные растения формируют мелкие уродливой формы клубни, которые часто прорастают нитевидными ростками еще в почве.

Возбудитель болезни – фитоплазма семейства Acholeplasmataceae. На плотной питательной среде выделенный возбудитель растет в виде колоний типа «яичницы-глазуньи» с врастающим в среду сосочковидным центром, с нежной периферической зоной. Размер колоний варьирует от 27 до 430 мкм. Может пере-

носиться цикадами. Инфекция от материнских клубней может передаваться потомству.

Пурпурное закручивание верхушки

Пурпурное закручивание (увядание) верхушки картофеля широко распространено в Канаде, США, Индии, Австралии и др. В России зарегистрировано на Дальнем Востоке. Проявляется заболевание в виде антоциановой окраски верхних листьев. Доли их мелкие, часто хлоротичные, скручиваются вдоль главной жилки (рис. XVI). Позже больные растения увядают и формируют мелкие, уродливой формы клубни, которые прорастают нитевидными ростками. Снижение урожая при пурпурном закручивании верхушки составляет 40 – 75%.

Заболевание вызывается фитоплазмой. Основной переносчик инфекции – цикада *Orasius argentatus*, могут передавать ее и другие виды цикад из родов *Macrosteles* и *Euscelia*. Болезнь поражает также томаты, астру и др.

Борьба с фитоплазменными заболеваниями сходна с борьбой с вирусными инфекциями. Она включает посадку здорового семенного материала, выбраковку больных клубней (вялых, с утонченными ростками) при проращивании. В районах широкого распространения фитоплазмозов можно использовать прогрев клубней перед проращиванием (термотерапия), ранние посадки клубней ранних сортов, загущенные посадки, пространственную изоляцию от мест обитания цикад (естественные пастбища, луга, многолетние кормовые травы, плантации плодовых и ягодных культур). Уменьшению риска развития фитоплазмозов способствует контроль численности цикад и проведение инсектицидных обработок против них при массовом размножении (более 5 экз. соответствующих видов цикад на одной жёлтой аттрактивной поверхности), а также уничтожение многолетней сорной растительности (Богоутдинов Д. З., 2007, www.kartofel.org).

6. ФИТОГЕЛЬМИНТОЗЫ

Нематодные болезни картофеля широко распространены и значительно снижают не только урожайность культуры, но и семенные и товарные качества клубней, резко увеличивают отходы картофеля при хранении. К наиболее распространенным и вредоносным фитогельминтозам картофеля относятся глободероз, дитиленхоз и мелойдогиноз.

Глободероз

Глободероз (поражение картофельной нематодой) вызывается золотистой (*Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923) и бледной (*Globodera pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975) нематодами. Оба вида нематоды являются карантинными объектами. На территории России и Белоруссии зарегистрирована только золотистая картофельная нематода (рис. XVII). В настоящее время данный паразит широко распространен в основном на приусадебных участках, где в течение многих лет картофель возделывается бессменно. Так, по данным карантинной службы на 2004 г. нематода зарегистрирована в 56 областях и краях РФ на площади более 53000 га, а в Белоруссии на 2003 г. зарегистрировано более 318000 очагов глободероза общей площадью 103000 га.

Ущерб, причиняемый картофельной нематодой, начинает проявляться при зараженности почвы личинками в количестве 1000 штук в 100 см^3, а при 15 тыс. и более потери урожая достигают 85 – 90%. Урожай с сильно зараженных полей, как правило, не превышает 1,5 – 2,0 т/га мелких клубней. На таких участках у 30 – 40 % кустов клубни не образуются вовсе, при этом у ранних и среднеранних сортов потери урожая больше, чем у поздних (Деккер, 1972; Кирьянова, Кралль, 1971).

Вредоносность картофельной нематоды зависит от целого ряда факторов. В целом же, на песчаных и плохо удобренных почвах она выше, чем на связанных, богатых перегноем.

Кроме картофеля к числу растений-хозяев нематоды относятся томаты, баклажаны, паслен черный, белена. Из 5 известных патотипов *G. rostochiensis* на территории России и Белоруссии распространен только Rol.

Внешние признаки заболевания проявляются в задержке роста и развития растений, истончении стебля и корней, измельчении и

деформации листьев. Корневая система приобретает мочковатый («бородатый») вид (рис. XVIII).

Сильно пораженные растения низкорослые и чахлые, обычно не цветут; листья хлоротичной окраски, сморщиваются и усыхают, начиная с нижних ярусов; клубни мелкие, их количество не превышает 2 – 3 штук или они вовсе отсутствуют. В фазу цветения на поле появляются хорошо заметные «плешины» размером до десятков квадратных метров. На этих участках наблюдаются изреженность картофеля и интенсивный рост сорняков. На корнях пораженных растений легко обнаруживаются шаровидные белые, золотистые или коричневые цисты диаметром около 1 мм.

Внешние признаки глободероза при слабом заражении на хорошо удобренной почве выражены менее заметно, а иногда и совсем не проявляются. Кроме того, угнетение растений может быть вызвано и другими причинами, поэтому убедиться в том, что картофель заражен нематодой можно только по наличию на корнях цист.

Самки шаровидной формы. Головной конец червеобразно вытянут; задний – округлый. Кутикулярная стенка цисты плотная. Длина тела колеблется от 0,13 до 1 мм и более, ширина – от 0,1 до 0,96 мм. Цвет сначала белый, затем золотистый, а к осени, когда самка превращается в цисту, наполненную яйцами (от 45 до 1300 шт. в одной цисте) с частично развившимися в них личинками, постепенно переходит в бурый до темно-коричневого.

Самцы червеобразной формы с круглым хвостом, бесцветные, прозрачные, длина тела от 0,9 до 1,23 мм, ширина 0,025 – 0,030 мм. Яйца овальной формы с притупленными концами, длина 0,09 – 0,12 мм, ширина 0,04 – 0,06 мм, прозрачные.

Личинки типичной червеобразной формы, в яйцах свернуты, только что вылупившиеся имеют длину 0,35 – 0,52 мм при ширине 0,018 – 0,025 мм, прозрачные.

Зимует нематода в стадии яиц и личинок, заключенных в оболочку старой самки (цисту) в почве, хранилищах. Весной при благоприятных температурных условиях (18 – 21 °С) и влажности до 80 % из цист, находящихся в пахотном горизонте, выходят инвазионные личинки. У них хорошо развита ориентация на выделения корней поражаемых растений, под влиянием которых вылупливание личинок бывает массовым и более быстрым. Примерно 50 % внедрившихся личинок достигают взрослой стадии. При отсутствии растения-хозяина из цист выходит лишь незначительная часть личинок, которые затем погибают. Оставшиеся в цистах личинки могут сохранять жизнеспособность в течение 8 – 9 лет. Выходу личинок препятствует недостаточная влажность, низкая температура и плохая аэрация почвы. Достигнув корней, инвазионные личинки внедряются в них, теряют подвижность и приступают к усиленному питанию (прокалывая стилетом стенки клеток). Стенки окружающих нематоду клеток растворяются, формируется гигантская клетка-синцитий. Личинки растут, несколько раз линяют и превращаются во взрослых особей. Возможно развитие особей и в поверхностном слое клубней.

Распространяется нематода цистами с почвой, клубнями картофеля и корнеплодами, различными укорененными растениями, а также почвообрабатывающими орудиями, водой и ветром.

Самки по мере развития в них яиц раздуваются и становятся круглыми, кожица корня (или клубня) из-за этого разрывается. Задний конец тела самок выступает наружу, а головной остается погруженным в растительную ткань.

Самцы переходят в почву, оплодотворяют самок и отмирают. После окончания продуцирования яиц внутренние органы самок отмирают, кутикула затвердевает, самки превращаются в цисты, которые отпадают от корней в почву, где и сохраняются.

Весь цикл развития нематод в зависимости от условий длится 40 – 75 дней. Поэтому в год возможно развитие одного поколения или, в редких случаях, двух. Стадии покоя у *G. rostochiensis* нет, поэтому в лабораторных условиях можно получить до четырех генераций в год (Буторина и др., 2006).

Дитиленхоз

Дитиленхоз (поражение стеблевой нематодой) картофеля вызывается нематодой *Ditylenchus destructor* Thorne. Его вредоносность заключается в поражении клубней, которые впоследствии сгнивают или теряют товарные качества.

Стеблевая нематода поражает клубни и подземную часть стеблей картофеля. Внешние признаки заболевания на надземной части вегетирующих растений практически не проявляются, лишь в исключительных случаях при очень тяжелом поражении может наблюдаться угнетение роста и деформация листьев (рис. XIX). На подземной части стеблей в местах скопления нематод появляются бурые удлиненные пятна разрушенной ткани. Вверх по стеблю нематода может проникать лишь на 10 см.

На клубнях первые признаки дитиленхоза обнаруживаются только при снятии тонкого слоя кожуры. В плотной ткани, в основном у места прикрепления столонов, образуются мелкие белые пятнышки рыхлой ткани с отверстием в середине. На более

поздних стадиях развития заболевания из-под кожуры просвечивают различных размеров и формы пятна коричневого цвета с характерным свинцово-серым (металлическим) блеском. Пятна распространяются по поверхности клубня, кожура отстает, при надавливании проваливается, на поверхности клубня появляются трещины, через которые видна трухлявая ткань. На разрезе пораженная ткань расположена обычно только около поверхности клубня (до сосудистого кольца) и не распространяется в мякоть.

На клубнях, пораженных стеблевой нематодой, впоследствии развиваются возбудители сухих и мокрых гнилей, в результате чего они сгнивают.

А. А. Парамонов и Ф. И. Брюшкова (1956) выделили 5 стадий в проявлении стеблевой нематоды:

В начале развития дитиленхоза его симптомы на поверхности клубня практически не видны. Поражение можно обнаружить лишь при снятии тонкого слоя кожуры. В мякоти видны мелкие, светло-коричневые пятна с белым порошковидным содержимым, в которых скапливаются нематоды.

Во второй стадии повреждение клубня нематодой может быть уже заметно на поверхности. Образуются слегка вдавленные пятна свинцово-серой окраски; под кожурой – светло-бурые пятна с порошковидным суховатым белым налетом.

В третьей стадии стеблевая нематода становится хорошо видимой. Свинцово-серые вдавленные пятна сливаются. Поверхность тканей на ощупь кажется мягкой, бархатистой и пружинящей, как сухая губка. Кожица часто разрывается, растрескивается и шелушится. Через открытые трещины хорошо видна «трухлявая» ткань.

В четвертой стадии заболевание распространяется по всей поверхности клубня. Кожица растрескивается, шелушится и отстает от пораженной ткани. На продольном разрезе клубня пораженная ткань резко отличается от здоровой.

В пятой стадии клубень поражается полностью, и в ткани его проникают грибы и бактерии, вызывающие гнили.

При повышенной температуре и влажности нематоды из зараженных клубней по данным С. М. Букасова и А. Я. Камераза (1972) могут переходить на соседние здоровые клубни, что еще в большей степени увеличивает потери урожая при хранении.

Основной путь инвазии молодых клубней – органотканевый (от маточного клубня через стебель и столоны в пуповинную часть растущего клубня), в 30 % случаев – через почву (нематоды из маточного клубня мигрируют в почву и инвазируют молодые клубни в различных точках их поверхности). При повышенной температуре, влажности и значительной засоренности землей насыпи картофеля возможны инвазия и патогенез здоровых клубней от больных в период лечебного, основного и предпосадочного хранения.

В результате прокалывания клеточных стенок, введения в клетки пищеварительных ферментов и высасывания нематодами содержимого клеток наступает некроз последних. В связи с тем, что нематоды могут питаться только содержимым живых клеток, основная масса их постоянно сосредоточена на границе здоровой и разрушенной ткани.

Кроме картофеля стеблевая нематода может поражать сахарную и столовую свеклу, морковь, томат, баклажаны, перец, лук репчатый, чеснок, пастернак, подсолнечник, огурцы и другие тыквенные, некоторые виды злаковых и бобовых, хмель, а из сорняков – одуванчик, крапиву, осот, мяту, мокрицу и некоторые другие. Из декоративных культур известно заражение георгин, ирисов, тюльпанов и гладиолусов.

Самки и самцы стеблевой нематоды червеобразной формы, с несколько суженным округленным головным и заостренным хвостовым концом, бесцветные, прозрачные. Головной конец имеет стилет. Длина тела от 0,8 до 1 мм, ширина – от 0,03 до 0,04 мм. Яйца удлиненно-овальной, почковидной формы с притупленными концами, длина 0,06 – 0,065 мм, ширина 0,025 мм, прозрачные. Личинки по форме и окраске тела подобны взрослым особям, но меньших размеров.

Зимуют яйца в почве или в зимующих растениях; яйца, личинки и взрослые особи – в клубнях в хранилищах.

Весь цикл развития стеблевой нематоды проходит внутри клубня, поэтому основным источником ее распространения является семенной материал. Другим источником заражения является почва, куда нематоды попадают при разложении послеуборочных остатков и маточных клубней. В почве стеблевая нематода может сохраняться несколько лет, поражая другие культуры, сорняки и впадая в состояние анабиоза при неблагоприятных условиях. В некоторых случаях заражение здоровых клубней может произойти через тару, инвентарь, на сортировальных пунктах, особенно при наличии на них механических повреждений.

Развитие нематод обычно происходит при температуре от 5 до 34 °C. За сутки самка может отложить 11 яиц (всего до 200 – 250 шт.). Продолжительность развития одного поколения при температуре 12 –

15 °C – около 40 суток, при 20-25 °C – 24, а при 30 °C – около 20 суток. За вегетационный период развивается 3 – 5 поколений.

Заражение растений картофеля и развитие дитиленхоза может проходить при температуре от 1 – 4 до 37 °C (оптимальные условия для развития паразита 17 – 20 °C и относительная влажность 80 %). В засушливые и прохладные вегетационные сезоны дитиленхоз клубней и растений имеет скрытое или слабое развитие, что необходимо учитывать при оценке качества урожая семенного картофеля.

Мелойдогиноз

Мелойдогиноз вызывает северная галловая нематода *Meloidogyne hapla* Chitwood. Нематода распространена довольно широко, но вредит ограниченно, в основном в жаркие и влажные годы.

Вредоносность мелойдогиноза проявляется, прежде всего, в недоборе урожая клубней, в снижении их качества. Кроме того, поражение растений галловыми нематодами создает условия для проникновения в корни и клубни картофеля фитопатогенной грибной и бактериальной инфекции, что вызывает загнивание и разрушение корней в поле и развитие сухих и мокрых гнилей в период хранения.

Кроме картофеля, северная галловая нематода поражает все овощные культуры (кроме огурца) и многие виды сорняков (Кирьянова, Кралль, 1971).

Мелойдогиноз развивается на корнях и клубнях картофеля. Внешние признаки повреждения на ранних стадиях развития проявляются в медленном росте растений (из-за нарушения функционирования корневой системы), хлоротичности листьев, их пожелтении, потере тургора. В засуху, а также в жаркую погоду днем пораженные растения увядают первыми. К моменту цветения они могут погибнуть. Зараженные поля кажутся пятнистыми из-за образования очагов в виде «плешин» размером до нескольких квадратных метров. На корнях и клубнях при осторожном откапывании легко обнаруживаются различной формы и размера (от 0,5 до 1,5 – 2 мм) наросты в виде утолщений, вздутий, опухолей (галлы). На разрезе клубня через галлы хорошо видны половозрелые самки, личинки. При сильном поражении наблюдается образование множества мелких боковых корешков («бородатость») и деформация клубней. Распространяются галловые

нематоды с почвой, клубнями картофеля и корнеплодами, различными укорененными растениями, а также почвообрабатывающими орудиями, водой и ветром

Самки шарообразной или округло-овальной формы с коротким головным выступом, белого или слегка сероватого цвета размером 0,55 – 0,84 × 0,40 – 0,50 мм. Стилет 12 – 14 мкм. Практически всегда тело самки полностью погружено в ткань корня. На заднем конце зрелой самки образуется желатинообразная масса (так называемый яйцевой мешок), в который самка откладывает яйца и который расположен на внешней поверхности корня. Самцы червеобразной формы длиной 0,95 – 1,35 мм; шириной 28 – 35 мкм. Стилет 17 – 18 мкм; спикулы 29 – 31 мкм. Инвазионные личинки 2-го возраста длиной 390 – 170 мкм и 14 – 16 мкм шириной; стилет 10 – 11 мкм. Яйца продолговато-овальной формы, на концах закруглены, длина 0,08 – 0,11 мм, ширина 0,03 – 0,04 мм, бесцветные, прозрачные (по Буториной и др., 2006).

Зимуют яйца и личинки в галлах и почве. Весной при благоприятных температурных условиях (+24 – +30 °C) и влажности почвы (50 – 60 % от полной влагоемкости) личинки активно передвигаются и интенсивно заражают корни растений. Нижний порог развития нематод +7 – +9 °C, верхний – +35 °C. Личинки обычно внедряются близко от кончика корня, располагаются параллельно продольной оси корня и становятся неподвижными. Выделения личинок стимулируют образование вблизи их головы 4 – 6 гигантских клеток, содержимым которых они питаются. Развитие личинок при температуре +15 – +20 °C длится около 50 суток, при +21 – +25 °C – 35 суток. Половозрелые самки выделяют желатинообразное вещество, в которое откладывают яйца (от 300 – 400 до 3000 шт.), образуя так называемый яйцевой мешок (оотеку). Обычно самки с оотеками находятся в галле, но в случае тонких корешков самка может быть погружена в корешок только головой, а задний конец ее вместе с оотекой торчит наружу. Галловые нематоды предпочитают легкие почвы. Высушивание или затопление почвы приводит к гибели основной массы личинок. Развивается 1 – 2, реже 3 поколения.

7. ВРЕДИТЕЛИ КАРТОФЕЛЯ

Картофель повреждают свыше 60 видов насекомых. Среди них наиболее вредоносными и распространенными являются относительно специфические виды – колорадский жук, эпиляхна, тли, картофельная моль. Остальные вредители многоядны и имеют сравнительно ограниченное распространение, но в годы благоприятные для их развития также могут вызывать значительные потери урожая картофеля.

Насекомые с грызущим ротовым аппаратом (жуки и их личинки, гусеницы совок, медведки и др.) повреждают листья, стебли, корни и клубни.

Сосущие насекомые (тли, клопы, цикады) повреждают листья картофеля и являются переносчиками возбудителей вирусных и фитоплазменных заболеваний.

Колорадский жук

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) относится к семейству листоедов (Chrisomelidae). Это широко распространенный и самый опасный вредитель картофеля. Питается вредитель молодыми листьями картофеля, а при массовом появлении уничтожает все листья, черешки и даже стебли. Вред наносят и жуки, и личинки, но наиболее вредоносны последние (рис. XX).

Основной вред картофелю причиняют личинки 3 – 4-го возрастов первой генерации. Так, если в среднем за одни сутки одна личинка в 1 – 2-м возрасте съедает 0,2 – 0,5 см^2 листовой поверхности, или 3 – 10 мг, то в 3 – 4-м – 2,5 – 4,8 см^2, или 50 – 110 мг. Всего на стадии личинки, длящейся около 16 суток, может быть уничтожено около 35 см^2 листовой поверхности, или 780 мг корма, из них около 90 % в 3 – 4-м возрасте.

Прожорливость перезимовавших и молодых жуков летних генераций тоже очень высокая. Один перезимовавший жук за сутки съедает в среднем 2,6 см^2 листа, или 75 мг, а жук летней генерации в первые дни после выхода из почвы – 5,6 см^2, или 136 мг листовой массы. Однако заселенность кустов перезимовавшими жуками и численность их на один куст в десятки раз ниже, чем личинками. К тому же всходы картофеля в этот период интенсивно растут, образуют дополнительные стебли, что компенсирует потери листовой поверхности.

Численность молодых жуков, если не проводились обработки растений инсектицидами против личинок, также может быть высокой. Но массовое их появление из почвы, как правило, наблюдается на заключительном этапе вегетации картофеля, когда растения практически реализовали значительную часть своей потенциальной продуктивности, то есть накопили основную массу урожая клубней.

Чем выше численность колорадского жука в период формирования урожая, тем больше съедаемая ассимиляционная поверхность листьев и, следовательно, причиняемый вред. При наличии 25 личинок на одном растении может быть уничтожено до 80 % листовой поверхности, а потери урожая могут достигать 52 %.

Тело жука овальной формы, яйцевидное, сверху выпуклое, снизу плоское, блестящее. Голова, переднеспинка и ноги желтовато-черные. Голова несколько втянута в переднегрудь и почти вертикально опущена книзу, поэтому малозаметна. Форма головы округленная, ширина ее больше длины. Посредине головы размещено черное пятно, напоминающее по форме равнобедренный треугольник. Глаза черные, бобовидные, размещены по бокам головы. Простых глаз нет. Усики 11-члениковые: первые пять члеников коричневые, шесть остальных – черные. Размещены усики на уровне переднего края глаз.

Переднеспинка выпуклая, с черными пятнами, размещение и форма которых довольно изменчивы. Наиболее характерны два пятна в центральной части переднеспинки: они удлинены, часто соединяются и создают рисунок, подобный римской цифре «V» или латинской букве «V». Надкрылья желтые, выпуклые, плотно прилегают к телу, с пятью продольными черными полосами на каждом. Ноги тонкие и слабые, приспособленные по своему строению только для ползания. Брюшко светло-оранжевое, состоит из семи сегментов, на которых рядами размещены темные пятна.

Длина тела жука колеблется в пределах 7 – 12 мм, ширина 4,5 – 10 мм. Как правило, самки крупнее самцов, однако иногда самцы крупнее самок. Средний вес перезимовавших самок 160 мг, самцов – 144 мг. Молодые жуки первого поколения, которые только начали питаться, значительно меньше: средний вес самок не превышает 123 мг, самцов – 107 мг.

Яйца колорадского жука продолговато-овальной формы, с гладкой блестящей поверхностью. Длина яйца 1,7 – 1,8 мм, ширина 0,8 мм. Только что отложенные самкой яйца имеют лимонно-желтый цвет; по мере развития зародыша они становятся темно-желтыми.

Личинка имеет 4 возраста. В зависимости от возраста и условий питания размер и цвет личинок бывают разными. Характерный признак личинок колорадского жука – мясистое тело, кверху выпуклое, снизу плоское. На передней части личинок размещены по три пары коротких ног черного цвета, с обоих боков тела проходят по два ряда черных бородавок. Голова личинки тоже черного цвета. Личинка первого возраста темно-серая, покрыта волосками, длина ее 1,5 – 2,4 мм; второго возраста – красная, с редко размещенными волосками, длина 2,5 – 4,5 мм; третьего возраста – красно-желтая (кирпичная), длина – 4,6 – 9 мм; личинка последнего (четвертого) возраста крупная, длиной 9 – 16 мм, имеет яркий оранжево-желтый или красно-желтый цвет.

Куколка свободная, по форме тела напоминает жука, розовая или оранжево-желтая. Средняя длина куколки достигает 9,2 мм, наибольшая ширина 6,4 мм.

Колорадский жук – типичный олигофаг, питается растениями семейства пасленовых. Наиболее предпочитаемым является картофель. Однако повреждает и другие культуры и дикие виды пасленовых, хотя и не в одинаковой мере. Ими он питается лишь тогда, когда еще нет всходов картофеля или листья его загрубели, и ботва начала засыхать. В равной степени жуки охотно поедают белену и баклажаны. Менее привлекательны помидоры, некоторые сорта табака, перец индийский, паслен сладко-горький, паслен черный, паслен колючий, физалис, беладонна, дурман и некоторые другие растения.

Зимует колорадский жук в стадии имаго в почве на глубине 20 – 40 см, однако единичные особи встречаются на глубине 50 см и более. За период зимовки может погибнуть от 10 % до 90 % особей. Выход перезимовавших жуков наблюдается при достижении среднесуточной температуры воздуха +15 °С и прогревании почвы до +15 – +16 °С и продолжается 2 – 3 месяца. Из легких песчаных и супесчаных почв выход жуков проходит на 7 – 8 дней раньше, чем из тяжелых.

Начало выхода жуков на поверхность почвы часто опережает появление всходов картофеля. В поисках пищи жуки активно переползают, а в теплую (+21 °С и более) и солнечную погоду перелетают на значительные расстояния.

После нескольких дней питания и спаривания самки начинают откладывать яйца плотными кладками, в среднем по 25 – 30 шт. (иногда 100 и более), как правило, на нижней стороне листьев. Однако в том случае, когда спаривание и оплодотворение самок произошло осенью, еще до того как они ушли на зимовку (это касается и самок, находящихся в многолетней диапаузе), спаривания весной может и не быть. Яйцекладка длится от нескольких недель до 3 – 4 месяцев, наиболее интенсивна она в июне – июле. За вегетационный период одна самка откладывает в среднем 500 – 800 яиц, реже – более 1000. Оптимальная для яйцекладки температура около +25 °С, относительная влажность воздуха 60 – 70 %. Пониженные и повышенные температуры и влажность воздуха резко снижают плодовитость самок, а при похолодании ниже +12 °С откладка яиц полностью прекращается.

Продолжительность развития разных фаз насекомого тоже сильно зависит от погодных условий. Так, эмбриональное развитие яиц при среднесуточной температуре воздуха +15 – +16 °С продолжается 10-12 суток, а при +22 – +23 °С – 6 – 7 суток; развитие личиночной стадии, соответственно, 22 – 25 и 11 – 13 суток, куколок – 24 – 27 и 13 – 15 суток. Полный цикл развития генерации (от яйца до имаго) может пройти за один-два месяца.

Отродившиеся личинки 1-го возраста в течение первых 2 – 3 дней находятся, как правило, на нижней стороне листьев, вокруг яйцекладки, в дальнейшем расселяются по периферии куста в верхнем ярусе листьев. Личинки 2-го возраста в основном концентрируются на растущих листьях («розетка роста стеблей»). Личинки 3 – 4-го возрастов обитают на всех частях растений. Окукливание личинок 4-го возраста происходит в почве на глубине 5 – 8 см, реже – более 10 см, как правило – в борозде между рядками растений картофеля.

Вышедшие из почвы молодые жуки сосредоточиваются на ближайших кустах, в том числе на тех, где питались личинки. Они мягкие, их надкрылья прозрачные, и они не могут летать. После 2 – 3 дней интенсивного кормления молодые жуки приобретают свойственную имаго окраску и твердость хитинового покрова, а также способность к полету. Через 1 – 2 недели активного питания и спаривания часть популяции самок в благоприятных погодных условиях и при наличии кормовой базы начинает откладывать яйца, остальные, не приступая к яйцекладке, уходят в почву на зимнюю диапаузу. Длина дня является решающим фактором для начала нового поколения вредителя. Молодые жуки, вышедшие до конца июля, откладывают яйца и дают начало новому поколению. Жуки, вышедшие позже, некоторое время питаются, а затем снова зарываются в почву без воспроизводства и уходят в зиму до следующей весны (Кузнецова, 2007).

За год может развиваться 1-2 поколения колорадского жука, а в южных районах Российской Федерации – 2 – 3. Плодовитость самок летних генераций меньше, чем перезимовавших.

Оптимальны для развития вредителя от яйца до имаго температура воздуха около +24 – +26 °С и относительная влажность воздуха 60 – 75 %. Если эти показатели ниже +14 °С и 40 % или выше +26 – +27 °С и 80 %, развитие популяции замедляется. При температуре более +35 – +37 °С начинается гибель яиц и личинок от перегрева. Оптимальная для развития личиночной стадии длина светового дня – около 17 ч.

С наступлением похолоданий все оставшиеся физиологически подготовленные жуки уходят на зимовку в почву, в основном в борозды, а недопитавшиеся могут остаться на поверхности почвы или под растительными остатками, где погибнут в осенне-зимний период.

Наиболее благоприятны для зимовки жуков легкие песчаные и супесчаные почвы.

Максимальная плотность особей приходится на период массового появления личинок 3 – 4-го возрастов и совпадает, как правило, с фенофазой «бутонизация-цветение» растений картофеля, то есть с периодом начала формирования урожая. В это время посадки наиболее чувствительны к повреждениям. Поэтому уничтожать вредителя надо как можно раньше, лучше всего в период массового появления личинок 1 – 2-го возрастов. В полевых условиях этот срок фенологически совпадает с появлением единичных личинок 4-го возраста, развившихся от первых яйцекладок. Этот срок обработок выгоден еще и тем, что личинки младших возрастов наиболее чувствительны к применяемым инсектицидам (Глез, Черкашин, 2002).

Проволочники

Среди вредителей картофеля широко распространены личинки жуков-щелкунов (Elateridae), или так называемые проволочники. В настоящее время известно более 25 видов вредных щелкунов, повреждающих корни и подземные части стеблей, выгрызающих высеянные семена, клубни и корнеплоды. Чаще встречаются блестящий (*Selatosomus aeneus* L.), полосатый (*Agriotes lineatus* L.), темный (*Agriotes obscurus* L.), черный (*Athous niger* L.) и широкий (*Selatosomus latus* F.) виды щелкунов.

Цикл развития и характер повреждений растений всеми видами щелкунов в общем сходен. Жуки имеют вытянутую форму тела. В зависимости от вида длина их колеблется от 10 до 15 мм. Цвет тела преимущественно бурый.

Личинки имеют цилиндрическое тело, покрытое твердым хитиновым покровом желтого или светло-коричневого цвета. Голова плоская, грудных ног три пары. Все пары ног одинаковой величины. Длина взрослой личинки достигает 15 – 25 мм в зависимости от вида.

Цикл развития щелкунов растянут до 3 – 5 лет. Зимуют вредители в почве в стадии жуков и личинок разных возрастов. Жуки выходят из почвы в течение апреля-мая. Самки в июне откладывают до 100 – 200 яиц в трещины или под комочки почвы на глубине 2 – 3 см, чаще на запырееных участках. Через 20 – 30 дней, в зависимости от погодных условий, из яиц отрождаются личинки, которые развиваются в почве 3 – 4 года. На последнем году у большинства щелкунов личинки окукливаются в августе в почве на глубине 10 – 20 см. Стадия куколки длится от 7 до 30 дней. Молодые жуки остаются зимовать в земле.

Проволочники многоядны. Питаются они подземными частями многих растений. Самым привлекательным растением, служащим пищей для проволочников, является пырей. Они питаются также свеклой, зерновыми культурами, гречихой. В меньшей степени повреждают бобовые, лен и просо.

Картофель также является культурой, которая в очень сильной степени страдает от повреждений проволочниками. Вредоносность личинок проявляется, в основном, во второй половине лета с началом образования клубней. Повреждения личинками маточных клубней, если они и бывают, то обычно мало сказываются на развитии растений. В отдельных случаях, когда проволочники перегрызают ростки, может наблюдаться изреживание посевов и задержка в росте поврежденных кустов. На растениях проволочники вбуравливаются в нижнюю часть стеблей, поедают корни и столоны. Поврежденные кусты картофеля увядают.

Вред, причиняемый личинками молодым клубням, проявляется почти с самого начала их образования. Ранки, нанесенные молодым клубням, обычно затягиваются и обнаруживаются по неровностям на поверхности клубней, имеющим вид воронкообразных вмятин. Этот тип повреждений не сказывается на товарных и пищевых качествах картофеля. Значительное снижение товарной ценности клубней вызывают ходы, которые выгрызают личинки старших возрастов. Иногда они пронизывают клубень насквозь. Кроме этого, снижение качества картофеля связано с тем, что нарушение целостности покрова открывает доступ для возбудителей грибных и бактериальных заболеваний и приводит к гниению клубня во время хранения (рис. XXI).

Личинки проволочников при средней численности 6 – 8 штук на 1 $м^2$ повреждают до 60 % клубней.

На посевах картофеля решающее значение во вредоносности проволочников принадлежит погодным условиям в период образования клубней. При сухой погоде вред их усиливается, так как в иссушенной почве личинки больше нуждаются в питании сырым кормом и особенно активно вбуравливаются в клубни, защищаясь одновременно от потери влаги в организме через покровы. Известно, что относительно небольшая заселенность земель проволочниками, порядка 5 – 10 экземпляров на 1 $м^2$ в условиях засухи может вызвать значительное повреждение клубней картофеля, а при повышенной влажности – не иметь практического значения. Ранние сорта картофеля, у которых образование клубней происходит при достаточных запасах влаги в почве, проволочниками повреждаются обычно в меньшей степени, чем поздние сорта.

В числе экологических факторов, влияющих на размеры ущерба проволочников, большую роль играет относительное содержание в почве органического вещества и степень его разложения. В неразложившейся дернине трав после их распашки концентрируется большое количество находящихся в почве личинок. Это отвлекает проволочников от растений картофеля и тем самым снижает их вредоносность. На богатых гумусом почвах вред проволочников проявляется обычно слабее, чем на бедных минеральных почвах в связи с тем, что личинки некоторых видов щелкунов способны использовать разложившиеся растительные остатки, хорошо адсорбирующие влагу в почве.

28-точечная картофельная коровка

28-точечная картофельная коровка (эпиляхна) *Epilachna vigintioctomaculata* Motseh. – насекомое из отряда жесткокрылых. Наиболее сильно вредит картофелю в восточных районах России. В годы, благоприятные для развития вредителя, может вызвать снижение урожая на 20 – 40 %. Кроме того, уменьшается размер клубней и содержание в них крахмала. Насекомое может переносить вироид веретеновидности клубней картофеля, а также L-, X- и Y-вирусы.

Жуки и личинки выгрызают паренхиму, оставляя лишь сетку жилок – скелетирование листьев.

Популяция эпиляхны в неблагоприятных условиях зимнего периода сохраняется в стадии жуков под опавшими листьями на опушках леса, под остатками ботвы на картофельных полях, на участках с высокой травянистой растительностью или кустарниками в поверхностном слое почвы. Во время вегетации постоянным местом обитания вредителя являются посадки картофеля, временными – другие пасленовые растения, фасоль, огурцы и тыквенные культуры, а также некоторые сорные и дикие растения, кустарники и деревья.

Жуки овальной, сильно выпуклой, полушаровидной формы, сверху от оранжево-золотистого до красно-коричневого цвета, с бархатным оттенком из-за покровных волосков, снизу буро-рыжего цвета, на надкрыльях по 14 черных пятен. Длина тела в среднем 5 – 7 мм, ширина 4 – 6 мм. Яйца удлиненно-овальной формы с заостренной вершиной и плоским основанием, желтого цвета. Длина яиц в среднем 1,3 – 1,5 мм, ширина – 0,5 – 0,7 мм. Личинки овальной формы, с 3 парами грудных коричневатых ног, сверху выпуклые, снизу плоские, светло-желтого цвета, на спинной стороне имеют 6 продольных рядов темных щитков с ветвистыми черными шипами, отчего кажутся серо-черными. Имеют 4 возраста. В I возрасте длина тела около 1,5 мм, во II – до 2,5, в III – до 3,5, в IV – до 6,0 мм.

Куколка свободная, бочковидной формы, преимущественно светло-желтого цвета, на спинной стороне несколько парных черных пятен, на конце тела – сошедшая кутикула личинки IV возраста со щетинками. Длина тела в среднем 6 мм, ширина – 3 мм.

Из мест зимовки жуки выходят во второй половине мая – первой половине июня, когда среднесуточная температура воздуха в течение 3 – 4 дней сохраняется в пределах +12 – +14 °С. Сначала обитают на деревьях и кустарниках, питаясь их листьями, затем перелетают на всходы картофеля. Поля заселяют преимущественно с краев, обращенных к лесу. Предпочитают места с повышенной влажностью.

Самки откладывают яйца с начала июня до середины августа. Кладки яиц рыхлые, по 10 – 25 шт. (реже 30 и более), размещаются на нижней стороне листьев. Яйцекладка продолжается до 2,5 месяцев, за это время 1 самка откладывает от 250 до 520 яиц (максимально до 1460).

Через 6 – 8 дней из яиц появляются личинки, развитие которых длится при благоприятных погодных условиях (+18 – +24 °С) в течение 18 – 20 дней. Окукливание происходит открыто, как правило, на нижней стороне листьев картофеля или сорных растений. Через 5 – 7 дней из куколок появляются молодые жуки. Они имеют мягкие покровы и светло-желтую окраску, через 4 ч окраска приобретает вид, характерный для взрослого насекомого. Через сутки

жуки становятся активными, а через 4 суток – способными к спариванию. Питание жуков длится до середины сентября, после чего они улетают в места зимовки. Развивается одно поколение.

Майские жуки

Картофелю вредят 2 вида майских жуков: западный (*Melolontha melolontha* L.) и восточный (*M. hippocastani* F.). Оба вида широко распространены. Повреждают клубни, вызывая снижение их семенных и товарных качеств (рис. XXII). Поврежденные жуками клубни сильнее поражаются грибными и бактериальными болезнями. Вредители выгрызают в клубнях полости без остатков кожуры по их краям.

Популяции хрущей в зимний период сохраняются в стадии жуков и личинок в почве на глубине до 150 см. Во время вегетации личинки обитают в зоне корней и клубней.

Расселение насекомых из мест резервации происходит за счет активного лёта жуков.

Жуки удлиненно-овальной формы с отростком на конце тела, усики пластинчатые, надкрылья красно-бурого цвета с сероватым налетом, грудь и брюшко черного цвета. Длина тела 20 – 30 мм, ширина 8 – 12 мм.

Яйца овальной формы, прозрачно-белые. Длина яиц около 2 мм, ширина 1 мм. Личинки С-образной формы, сегментированы, с 3 парами грудных ног различной длины, голова и ноги светло-коричневого цвета, туловище от белого до желто-белого цвета. Длина тела до 60 – 65 мм. Куколки по форме и размерам подобны жукам, преимущественно белого цвета. Массовый лёт жуков проходит в мае – июне в сумерки. После обязательного питания (листья деревьев и кустарников) и спаривания самки откладывают яйца группами в почву. Эмбриональное развитие яиц длится около 1 месяца, личинки в почве живут 3 – 4 года, куколки развиваются в почве 2 – 3 недели. Развивается 1 поколение за 4 – 5 лет.

Картофельная моль

Картофельная моль (*Phthorimeae operculella* Zell) – карантинный объект. Вредитель распространен очажно в южных областях России. Ареал картофельной моли ограничен с севера изотермой среднегодовой температуры +10 °С. В более северных районах развитие вредителя возможно в хранилищах, а также в поле при попадании туда с зараженным семенным материалом, но без возможности перезимовки в естественных условиях.

Вредоносность картофельной моли заключается в снижении урожая клубней, ухудшении его семенных и товарных качеств. По данным японских ученых вредитель в отдельные годы уничтожает до 80 % урожая клубней. Кроме картофеля гусеницы повреждают томаты, перец и дикорастущие пасленовые (Васютин, Сметник, 2001).

Признаки повреждения картофеля молью проявляются в виде минирования листьев и стеблей, а также протачивания узких ходов под кожурой или внутри клубней. Характерным признаком повреждения является наличие экскрементов на поверхности и в ходах, а также в минах листьев и стеблей. Стебли выше места повреждения отмирают, листья оплетаются паутиной, на клубнях в местах проникновения гусениц появляется фиолетовая окраска.

Популяция картофельной моли в благоприятных условиях зимнего периода сохраняется в стадии закончивших питание гусениц IV возраста и куколок в поле (под растительными остатками в верхнем слое почвы до 5 – 7 см, в клубнях и остатках стеблей, присыпанных почвой) и в местах хранения урожая. При благоприятной температуре в насыпи картофеля вредитель может развиваться и размножаться в зимний период.

Во время вегетации местами резервации вредителя являются посадки картофеля, томатов и других пасленовых культур, а также дикорастущие растения семейства пасленовых.

Расселение насекомого с мест резервации происходит в результате активного лета бабочек, а также с поврежденными клубнями картофеля и продукцией других пасленовых культур.

Бабочки картофельной моли мелкие, размах крыльев 12 – 16 мм. Голова гладкая, чешуйки пепельно-серые, блестящие, более темные около глаз и усиков. Грудь сверху серая со слабовыраженными тремя более темными продольными полосами. Крылья узкие с бахромой, передние – серо-коричневые с темными пятнами, задние – светло-серые, однородные. По рисунку пятен передних крыльев можно установить пол насекомого. У самок 3 небольших пятна, расположенных ближе к основанию заднего края крыльев, и связывающая их темная полоса при сложенных крыльях образуют общее крупное пятно. У самцов небольшие пятна четко обозначены. От боков предпоследнего брюшного сегмента отходят густые длинные волосяные кисти. У самок их нет. Передние и средние ноги светло-серые, задние – бледно-желтые.

Яйца почти овальной формы, длиной до 0,8 мм, шириной 0,45 – 0,55 мм, жемчужно-белого цвета, по мере развития зародыша темне-

ют. Гусеницы четко сегментированы, с 3 парами грудных черноватых ног. В I возрасте они голые, с первичными щетинками, бледно окрашены, с темно-коричневыми или черными головой и щитком, длина тела около 2 мм; в IV, последнем, возрасте – с мелкими темно-серыми щитками на сегментах, желто-розового или зеленого цвета, с бледной продольной полосой посередине, темно-коричневой головой, черноватым щитком, длина тела 7 – 12 мм.

Гусеницы, питавшиеся тканью клубней, значительно светлее гусениц, питавшихся тканью листьев и стеблей. Куколки коричневые, с небольшим кремастером в форме загнутого шипа, на конце брюшка имеются щетинки. Кокон, в котором находится куколка, серовато-серебристого цвета.

Теплолюбивое насекомое, способно развиваться без зимней диапаузы и размножаться в течение всего года. Оптимальная температура для откладки яиц +20 – +30 °С (нижний порог +8 – +11 °С), для эмбрионального развития – +26 – +32 °С (+9,5 – +10 °С), для развития гусениц – +20 – +30 °С (+6 °С). Летальными температурами для всех стадий развития вредителя являются –4 и +40 °С. Регулярный лет бабочек после перезимовки начинается после устойчивого перехода температуры воздуха через +10 °С в апреле – мае.

После спаривания самка откладывает от нескольких десятков до 200 яиц группами по 2 – 25 шт. или поодиночке: в поле – на нижнюю сторону листьев, стебли, неприкрытые почвой клубни, почву, мешки и другую тару с картофелем; в хранилищах – на клубни у глазков, трещины, под прилипшие комочки почвы.

Лет бабочек и откладка яиц в весенне-летний период происходят в сумерках, до восхода и после захода солнца; осенью – в дневное время (наиболее активно – при температуре воздуха более +18 °С).

Эмбриональное развитие в зависимости от температуры продолжается от 3 – 5 до 17 – 32 суток. Отродившиеся гусеницы в поисках корма активно передвигаются. Перед внедрением в ткань ткут небольшое паутинное укрытие. Гусеницы могут переползать с листа на лист, на ближайшие кусты, а при высыхании ботвы – на клубни или другие растения семейства пасленовых. Особенно сильно заражение клубней происходит после выкопки урожая, пока он находится в поле. Во время поиска корма гусеницы II возраста могут голодать 3 – 4 дня, III – 8 – 10, IV – 12 – 14 дней. Развитие гусениц продолжается от 10 – 14 до 48 – 68 дней. Завершив питание и развитие, гусеницы обычно покидают места питания, заползают в различные укрытия, сплетают кокон и окукливаются. Развитие куколок продолжается от 4 – 6 до 32 – 97 дней.

Количество поколений картофельной моли зависит от теплообеспеченности района обитания насекомого. Так, в Крымской области на посадках отмечено развитие 3 поколений, на Украине в зоне выращивания двухурожайной культуры – 4 – 5 поколений (Воловик и др., 1989).

Подгрызающие совки

Наибольший вред картофелю причиняют озимая (*Agrotis segetum* Schiff) и восклицательная совки (*Agrotis exclamationis* L).

Вредят гусеницы, которые способны питаться растениями свыше 140 видов из 36 семейств. Они подгрызают стебли, черешки листьев, корни. Растения погибают. Гусеницы подгрызают стебли на уровне почвы и повреждают находящиеся в гнезде клубни. Поврежденные клубни сильнее поражаются различными патогенными и сапротрофными микроорганизмами.

Характер повреждения клубней гусеницами озимой совки такой же, как и личинками майского жука с той лишь разницей, что в местах повреждения клубней гусеницами кожица остается нетронутой и прикрывает место повреждения (рис. XXIII). При массовом появлении гусениц подгрызающих совок они могут уничтожить до 50 % клубней.

Размах крыльев бабочек от 32 – 35 до 45 – 50 мм, передние крылья обычно серого цвета с пятнами, окруженными черной линией, задние – от белого до беловато-серого цвета с затемнением по наружному краю.

Яйца полушаровидной формы, радиально-ребристые, от молочно-белого или светло-желтого до более темного цвета. Диаметр яиц 0,5 – 0,9 мм, высота 0,3 – 0,5 мм.

Гусеницы удлиненно-цилиндрической формы, четко сегментированы, с 3 парами грудных и 5 (у озимой в I и II возрасте 3 и 4, соответственно) парами брюшных ног. Голова от желтого до светло-коричневого цвета, туловище от зеленовато- до серовато-бурого цвета с матовым оттенком или маслянистым блеском. Длина тела в конце развития от 29 – 35 до 45 – 50 мм. Куколки от желтовато-бурого до темно-коричневого цвета. Длина тела от 16 – 18 до 20 – 25 мм.

Перезимовавшие гусеницы весной мигрируют на окукливание в поверхностный слой почвы при прогревании ее до 10 °С и более. Лет бабочек наблюдается спустя 3 – 4 недели (в апреле-июне в зависимости от климатических условий). Бабочки активны только ночью. Самки откладывают яйца по одному или группами на нижнюю сторону листьев, растительные остатки

или почву. В среднем бабочка откладывает 400 – 800 яиц, максимально до 2000. Высокая плодовитость наблюдается при обилии корма (нектара цветков), теплой (15 – 30 °С) и умеренно влажной (50 – 80 %) погоде. Эмбриональное развитие яиц длится около 1 недели, гусениц – 35 – 40 дней, куколок летних генераций – 2 – 3 недели. За вегетационный период развивается 1 – 4 поколения. Биология восклицательной совки, а также тип повреждений картофеля сходны с таковыми озимой совки.

Совка-гамма

Совка-гамма (*Phytometra gamma* L) распространена повсеместно. Бабочка в размахе крыльев 40 – 48 мм. Передние крылья сероватые или темно-буроватые, задние – по краю с широкой буроватой каймой, а основание – серо-желтое. На передних крыльях беловатое с золотистым металлическим блеском пятно, имеющее форму греческой буквы гамма.

Яйца полушаровидной формы, радиально-ребристые, водянисто-белого цвета с зеленоватым оттенком. Диаметр яиц 0,5 – 0,7 мм, высота 0,4 – 0,5 мм.

Гусеница длиной до 32 мм. Имеет только три пары брюшных ног. Цвет ее сильно варьирует, но чаще всего зеленовато-желтый или зеленоватый. На верхней стороне тела восемь светлых продольных линий, а по бокам вдоль линии дыхалец проходит бледно-желтая полоска.

Куколки от красно-желтого до темно-бурого цвета. Длина тела 15 – 20 мм.

Весенний лет бабочек начинается при температуре воздуха более 14 – 16 °С обычно в апреле-мае и продолжается до осени. Для откладки яиц бабочкам необходимо питание нектаром, в поисках которого происходит их миграция большими группами на значительные расстояния. Самки откладывают яйца по одному или группами обычно на нижнюю сторону листьев культурных и дикорастущих растений. Развитие яиц продолжается около недели, гусениц – от 15 – 20 до 30 – 40 дней, куколок – 1 – 2 недели.

У картофеля гусеницы второго возраста выедают в листьях окошечки, оставляя нетронутым эпидермис с противоположной стороны. Гусеницы старших возрастов скелетируют листья, однако могут их объедать и с краев.

Зимует вредитель в почве в различных стадиях развития. За время вегетации развивается 1 – 4 поколения.

Внутристебельные совки

На картофеле вредят болотная, или картофельная (*Hydroecia micacea* Esp.) и обыкновенная сердцевинная совки (*Gortina flavogo* Schiff). Оба вида распространены повсеместно, однако наиболее часто встречаются на небольших изолированных участках, расположенных в сырых затененных местах, где они могут снижать урожайность картофеля на 15 – 80 %, особенно в годы с обильными осадками в начале лета.

Признаки повреждения внутристебельными совками проявляются в виде увядания и пожелтения листьев, обламывания стеблей. На уровне почвы на стеблях снаружи часто заметно входное или выходное отверстие. Внутри подземной и надземной частей стеблей выедены ходы, заполненные экскрементами.

Популяции совок в неблагоприятных условиях зимнего периода сохраняются в стадии яйца за влагалищами листьев дикорастущих злаков, преимущественно пырея, иногда тимофеевки и ежи сборной, а также ревеня, щавеля и хмеля. Яйца расположены группами по 10 – 60 шт. в 1 – 3 ряда, плотно склеены между собой, а также с листом и стеблем.

В вегетационный период основным местом обитания вредителей являются посадки картофеля, хмеля, томата и ревеня, а также некоторых других культурных и диких растений. Расселение внутристебельных совок с мест резервации происходит за счет активного лета бабочек и переползания гусениц.

Размах крыльев картофельной совки 28 – 40 мм, обыкновенной сердцевинной – 33 – 42 мм. Цвет передних крыльев от серовато-желтого до серовато-коричневого у картофельной и от золотисто-желтого посередине до коричневого в вершине у обыкновенной сердцевинной. Почковидное и круглое пятна окаймлены четкой коричневой линией и хорошо выделяются на фоне серединной полосы. Задние крылья от бледно-желтого до серо-желтого цвета. Яйца полушаровидные, уплощенные снизу, закруглены сверху, с возвышением в виде бугорка, радиально-ребристые. Диаметр яиц 0,7 – 0,8 мм, высота 0,4 – 0,5 мм, окраска свежеотложенных – желтовато-белая, позже розоватая.

Гусеницы удлиненно-цилиндрические, четко сегментированы, с 3 парами грудных и 5 парами брюшных ног. Окраска головы от желтой до рыжей, туловища – от светло-желтой или грязно-белой (у младших возрастов) до желтой или красноватой (у старших возрастов) с продольными полосами на спине. Дли-

на тела гусениц в последнем (V – VI) возрасте колеблется от 40 до 45 мм. Куколки открытые, желто-бурого или темно-каштанового цвета, длиной 17 – 25 мм.

Из яиц гусеницы отрождаются при температуре выше 8 °C в конце апреля – первой половине мая, некоторое время питаются на листьях, затем внедряются в стебли. Гусеницы II – III возрастов со злаков переходят (преодолевая значительные расстояния) на картофель. Одна гусеница может повредить до 3 стеблей. Развитие гусениц продолжается около 2 месяцев. За этот период они, как правило, 5 раз линяют.

Окукливание начинается в июле: картофельной совки – в почве на глубине 5 – 15 см около поврежденных растений; обыкновенной сердцевинной – как правило, внутри стеблей, ниже подготовленного для вылета бабочки отверстия. Куколки развиваются от 2 до 4 недель. Лет бабочек картофельной совки начинается со второй половины июля, обыкновенной сердцевинной – примерно на месяц позже и продолжается до октября. Бабочки летают вечером и ночью. Самки предпочитают для откладки яиц сорные растения, пониженные и сырые участки. Плодовитость самок до 300 и более яиц. Развивается 1 поколение.

Луговой мотылек

Луговой мотылек (*Pyrausta sticticalis* L.) распространен повсеместно, однако вредит картофелю только в отдельные годы, вызывая снижение урожая клубней и их качества.

Гусеницы лугового мотылька обгрызают листья картофеля и оплетают их паутиной.

Популяция лугового мотылька в зимний период сохраняется в стадии завершивших развитие гусениц в коконе в поверхностном слое почвы. В вегетационный период гусеницы обитают на растениях.

Расселение бабочек из мест резервации происходит активным полетом и с воздушными потоками, гусениц – переползанием.

Размах крыльев бабочек 18 – 27 мм; передние и задние крылья светло-бурого цвета с более темными полосами по наружному краю у основания бахромки; голова, грудь и брюшко серовато-коричневого цвета.

Яйца овальной формы, перламутрового цвета. Длина яиц 0,8 – 1 мм, ширина 0,4 – 0,5 мм.

Гусеницы удлиненно-цилиндрической формы, четко сегментированы, с 3 парами грудных и 5 парами брюшных ног, серо-зеленого цвета с темными спинными и зеленовато-желтыми боковыми продольными полосами. Длина тела в конце развития до 35 мм. Куколки желтовато-коричневого цвета. Длина тела куколки 11 – 14 мм.

Медведки

На картофеле вредят обыкновенная медведка (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), одношипная (*G. unispina* Sauss.) и дальневосточная (*G. africana* Pal.).

Распространены медведки широко, но вредят ограниченно, в основном на низменных увлажненных или орошаемых участках. Вызывают снижение урожая клубней, их семенных, товарных качеств и лежкоспособности. Подгрызают корни и стебли картофеля, вызывая тем самым увядание и гибель растений. Медведки вредят и клубням, выгрызая мякоть (рис. XXIV).

Вредители зимуют в стадии имаго и личинок старших возрастов в почве на глубине до 80 см, чаще на участках богатых перегноем. Во время вегетации обитают в зоне корней и клубней. Расселение насекомых из мест резервации происходит за счет активного лета взрослых особей.

Имаго удлиненной формы, четко сегментированные, передние ноги широкие, плоские, зубчатые, приспособленные для рытья почвы, передние крылья кожистые, укороченные, задние – перепончатые, на конце брюшка длинные выросты. Окраска тела бархатисто-каштановая, длина – от 25 – 33 до 35 – 50 мм. Яйца эллипсовидной формы, оливковые, длиной около 4 – 5 мм. Личинки по форме тела похожи на взрослых особей, от белого до черно-каштанового цвета. Длина тела от 5 – 6 до 20 – 30 мм.

На поверхности почвы вредители появляются весной при прогревании почвы на глубине 20 см до 9 – 10 °C. Самки после спаривания откладывают яйца в почву в гнезда по 100 – 500 шт. на глубине 10 – 20 см. Отродившиеся через 10 – 15 дней личинки живут в гнездах 2 – 3 недели, а затем расползаются и устраивают индивидуальные ходы. Развивается 1 поколение.

Сосущие насекомые

Из сосущих насекомых на картофеле встречаются тли, клопы, цикады и др. Они повреждают листья, высасывая из

них клеточный сок и выделяя ферменты в ткани, вызывают их скручивание и сморщивание, задерживают рост картофеля. В местах уколов ткань листа буреет, увядает и засыхает (рис. XXV). Верхние листья иногда приобретают красновато-желтую окраску. Еще больший вред эти насекомые причиняют как переносчики вирусной инфекции, которая резко снижает урожай и качество клубней.

На картофеле встречается шесть видов тлей: крушинная (*Aphis nasturtii* Kalt.), обыкновенная картофельная (*Aulacorthum solani* Kalt.), персиковая (*Myzodes persicae* Sulz.), свекловичная или бобовая (*Aphis fabae* Scop.), большая картофельная (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), бахчевая, или хлопковая тля (*Aphis gossypii* Glov.). Наиболее распространены *A. nasturtii* и *A. solani*. На их долю приходится, соответственно, 53,2 – 70,1 и 19,9 – 26,8 % от всех обнаруженных видов.

Зеленая персиковая тля (*Myzodes persicae* Sulz). Является основным переносчиком вируса L, а также Y, A, M, S, F вирусов и вироида веретеновидности клубней.

Растения-хозяева: персик, миндаль, абрикос, дикая вишня, различные виды слив. Летние генерации могут питаться на травянистых растениях многих семейств, в том числе и на картофеле. Вредитель зимует на растениях закрытого грунта, на клубнях и корнеплодах в хранилищах.

Летние бескрылые особи овальной формы, светло-зеленые, желтовато-зеленые, оливковые, длина тела 1,7 – 1,9 мм. Усики почти равны длине тела. Трубочки светлые, у вершины слегка утолщенные.

У летних крылатых особей длина тела 1,8 – 2,4 мм, голова и грудь темно-коричневые или черные, брюшко светло-зеленого или оливкового цвета с крупным темно-коричневым пятном посредине спинной стороны. Усики немного длиннее тела.

Крушинная тля (*Aphis nasturtii* Kalt.) является переносчиком тех же вирусов, что и персиковая тля, но значительно уступает последней. Вирус скручивания листьев этим видом тлей передается лишь в 5 – 10 % случаев.

Зимует в стадии яйца на основном хозяине – крушине слабительной, мигрирует в мае-июне на многочисленные травянистые растения (гречишные, пасленовые, капустные), в том числе и на картофель. Этот вид составляет преобладающую часть бескрылых популяций тлей на листьях картофеля.

Летние бескрылые особи желтоватые или желто-зеленые, длина тела 1,2 – 1,6 мм, трубочки светлые, с более темным концом. Усики короче тела.

Летние крылатые особи имеют длину тела 1,2 – 1,8 мм. Голова и грудь черные, брюшко желто-зеленое, без центрального пятна. Усики короче тела.

Максимум летнего лета наблюдается обычно в первой половине июля.

Крушинниковая тля (*Aphis frangulae* Kalt). По морфологическим и биологическим признакам этот вид сходен с предшествующим, однако по численности уступает ему. Эти два близких вида учитывают вместе. Основной хозяин – крушина ломкая, на которой часть тлей остается в течение всей вегетации, другая часть мигрирует на картофель, пастушью сумку и другие травянистые растения.

Летние бескрылые особи желтовато-зеленого или голубовато-зеленого цвета. Трубочки черные или темно-бурые. Дина тела 1,2 – 1,7 мм.

Длина тела летних крылатых особей 1,2 – 2 мм. Голова, грудь и трубочки черные. На брюшке у основания трубочек темные пятна. Усики равны 0,6 – 0,7 длины тела.

Обыкновенная картофельная тля *Aulacorthum solani* Kalt. развивается без обязательной смены хозяев на многих травянистых растениях: картофеле, наперстянке, лютиках. Вид сравнительно немногочисленный. Является переносчиком вирусов Y, A, M, F.

Летние бескрылые особи зеленые, яйцевидной формы, у оснований трубочек размытые более темные пятна. Длина тела 1,9 – 2,6 мм, усики длиннее тела. У летних крылатых особей длина тела 2,0 – 2,8 мм. Голова и грудь от светло-коричневой до темно-коричневой окраски, брюшко светло-зеленое с коричневыми поперечными полосами. Усики значительно длиннее тела.

Большая картофельная тля *Macrosiphum euphorbiae* Thom. развивается без смены хозяев, главным образом партеногенетически, на картофеле, розоцветных, зонтичных. Является переносчиком мозаичных вирусов и частично – вируса скручивания листьев.

Летние бескрылые особи светло-зеленого цвета с интенсивно зеленой продольной полоской посредине брюшка, длина тела 2,5 – 3,2 мм. Усики значительно длиннее тела.

Летние крылатые особи светло-зеленого цвета, усики, ножки и концы трубочек коричневые. Длина тела 2,3 – 3,4 мм.

Черная бобовая тля *Aphis fabae* Scop зимует в стадии яйца на бересклете, калине и чубушнике. Летом питается на разнообразных видах растений, чаще всего на свекле, вике, георгинах, маке, сорняках. Колонии на картофеле встречаются редко. Лет крылатых тлей в некоторые годы бывает очень интенсивным.

По способности переносить вирусы, поражающие картофель, бобовая тля уступает всем предшествующим видам, однако в годы массового размножения может оказать существенное влияние на зараженность посадочного материала вирусами.

Летние бескрылые особи зеленовато- или синевато-черные. Длина тела 1,6 – 2,4 мм, усики короче тела. Летние крылатые особи черные, с фиолетовым или синеватым оттенком. Длина тела 1,6 – 2,6 мм, на брюшке темно-бурые поперечные полосы.

Слизни

Основной вред картофелю причиняют два вида слизней: полевой (*Agrioli maxagrestis* L.) и сетчатый (*A. reticulans* Müll.). Распространены слизни повсеместно, вредят очажно на постоянно увлажненных участках полей и защищенного грунта, а также в местах хранения картофеля. Повреждают листья и клубни, снижая урожай, семенные качества, лежкоспособность, особенно селекционно-семеноводческого материала, выращиваемого в защищенном грунте.

Слизни на листьях выгрызают различной формы и размера отверстия и полости на клубнях. В местах обитания вредителей хорошо заметна засохшая блестящая слизь. Популяции вредителей в зимний период сохраняются в стадии имаго, яиц и личинок в верхнем слое почвы, под растительными остатками и в других укрытиях. В вегетационный период слизни обитают в хорошо увлажненном верхнем слое почвы и нижнем ярусе листьев. Расселение вредителей из мест резервации происходит обычно транспортными средствами с почвой, растительными остатками и урожаем клубней, а также (на небольшие расстояния) – за счет переползания особей.

Слизни удлиненно-овальной формы, на верхней стороне тела имеют овальный щиток, на голове 2 пары щупалец, гладкие, покрыты слизью, желто-бурого цвета. Длина тела до 60 – 70 мм.

Яйца округлой формы, упругие, прозрачные, бесцветные или бурого цвета. Диаметр яиц 2 – 4 мм. Личинки (молодые слизни) по форме и окраске тела подобны взрослым особям. Длина тела от 3 – 5 до 50 – 60 мм.

Личинки отрождаются из перезимовавших яиц в конце мая – начале июня, активны, как и взрослые особи, в ночное время, а в пасмурную и дождливую погоду – и днем. Развитие продолжается около 2 месяцев.

Слизни откладывают яйца группами по 9 – 50 шт. у корней растений, под комочки почвы. Оптимальной температурой для развития слизней является 18 – 20 °С. Их размножение и развитие возможно в сырых и теплых местах хранения картофеля. В полевых условиях развивается 1 – 2 поколения.

Обыкновенный паутинный клещ

Обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch. повреждает картофель, выращиваемый в сооружениях защищенного грунта (селекционно-семеноводческий материал). Питаются клещи на нижней стороне листьев, оплетая их паутиной. Высасывая сок из листьев, вызывают их обесцвечивание («мраморность»), пожелтение и усыхание (рис. XXVI).

Яйца шаровидные, сначала зеленоватые, перед выходом личинок – жемчужные. Личинки длиной 0,12 – 0,14 мм. Взрослый клещ зеленовато-желтый, с темными пятнами по бокам, длиной 0,3 – 0,5 мм. Зимуют взрослые самки (оранжево-красные) под комками почвы, в щелях теплиц, под растительными остатками, внутри соломенных матов.

Неблагоприятной для развития клеща является относительная влажность воздуха выше 80 %. Массовое размножение отмечается при высокой температуре (25 – 30 °С) и низкой относительной влажности воздуха. За сезон может развиваться до 15 поколений вредителя, в открытом грунте – до 5.

Луковый корневой клещ

Луковый корневой клещ *Rhizoglyphus echinopus* R. et F. вызывает «клещевую паршу» клубней картофеля. Распространен повсеместно. Наиболее вредоносен при хранении картофеля рядом с луковицами овощных, цветочных культур и корнеплодами. Вначале на клубнях появляются коричневые пятна, на которых затем образуются глубокие зигзагообразные трещины. При сильном поражении клубни становятся струпьевидными (рис. XXVII).

Клещи легко обнаруживаются в трещинах с помощью лупы. Проникновению их в клубень способствуют различные механические повреждения кожицы, а также поражение паршой обыкновенной. У сортов с очень тонкой кожурой клещи могут проникать непосредственно через нее. Во время хранения картофеля возможны новые перезаражения. Пораженные клубни легко загнивают. Картофель, пораженный клещевой паршой, к использованию на пищевые цели непригоден.

Корневой луковый клещ имеет коротковальную форму тела, равномерно суживающуюся к заднему концу. Окраска тела бе-

ловатая или мутно-стекловидная, ноги и ротовые части коричневые. Длина тела около 0,7 мм, ширина – 0,4 – 0,5 мм. Длина самок иногда достигает 1,1 мм и больше. Яйца белые, овальные. Личинка имеет 3 пары ног.

Самки откладывают яйца в клубни, в которых они поселились. Одна самка может отложить до 800 яиц. Развитие яйца продолжается от 4 до 15 дней. После фазы личинки клещ проходит еще 2 фазы нимф, которые очень похожи на взрослых особей. Весь цикл развития клеща продолжается около месяца.

Корневые клещи очень влаголюбивы. При относительной влажности воздуха в хранилище 60 % и ниже развитие клещей приостанавливается.

На поля, приусадебные и дачные участки клеща заносят главным образом с зараженным посадочным материалом.

Мышевидные грызуны

Мышевидные грызуны представляют собой комплекс мелких грызунов, к которому относятся мыши и полевки. Из мышей наиболее вредоносными являются полевая (*Mus agrarius* Pall.) и домовая (*Mus musculus* L.); из полевок – обыкновенная (*Microtus arvalis* Pall.). Мышевидные грызуны распространены повсеместно. Обитают они на полях, в садах, лесных насаждениях, парниках, теплицах. Живут в норах, устраиваемых в почве, могут поселяться и вредить в домах, хранилищах. Они роют сложные норы, выкапывая на глубине пахотного горизонта камеры, соединенные между собой ходами. Грызуны роют норы в различных почвах, но чаще всего на уплотненных участках. В норах живут по несколько семейств вместе. В годы массового размножения грызунов (теплая и сухая погода, обилие пищи, засоренность полей) насчитывается на 1 га до 20 тыс. нор и больше.

Высокая плодовитость (до 5 пометов в год при 3 – 12 детенышах в каждом) обусловливает способность грызунов давать резкие вспышки численности, сопровождающиеся массовыми расселениями.

Картофель во время вегетации повреждают полевки, в период хранения – полевки, крысы, мыши (рис. XXVIII). Особенно вредят водяная полевка (*Arvicola terrestris* L.), или водяная крыса, и серая, или обыкновенная полевка.

Серая полевка часто скапливается в значительных количествах в буртах картофеля, в подвалах, где всю зиму питается картофелем. Водяная полевка повреждает картофель в период образования

клубней – выедает значительную часть их мякоти и подгрызает корни. Часто в картофелехранилищах, погребах клубни повреждают крысы, черная и серая, или пасюк, домовая и другие мыши.

8. СОРНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Снижение численности сорных растений в посевах картофеля является одним из важнейших факторов получения высоких и устойчивых урожаев этой культуры.

Для всех сорняков характерен более низкий, чем для культурных растений, уровень требований к факторам роста, а поэтому и более высокая конкурентоспособность в борьбе за условия жизни (питательные вещества почвы и удобрений, вода, свет, температура, пространство). Поэтому их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур огромно. К тому же они создают серьезные помехи при уборке урожая, снижают товарные и семенные качества клубней картофеля. Многие их виды являются резерваторами вредителей и возбудителей болезней растений: грибных, вирусных и бактериальных. На засоренных посадках усиливается опасность поражения картофеля фитофторозом, так как они хуже проветриваются и тем самым создаются благоприятные условия для возбудителя болезни.

По продолжительности жизни и способу размножения сорные растения делятся на две группы: малолетние и многолетние. Малолетние сорняки, в свою очередь, делятся на яровые, озимые, зимующие и двулетние (Самерсов, Паденов, Сорока, 1999).

Яровые сорные растения (горцы, дивала однолетняя, просо куриное, марь, овсюг, пикульник, редька дикая, щирица и др.) заканчивают весь цикл развития в течение одного года – всходят весной, в этом же году дают семена и отмирают. По продолжительности вегетационного периода яровые сорняки разделяются на ранние и поздние.

Зимующие малолетние сорняки (пастушья сумка, подмаренник цепкий, фиалка полевая, ярутка полевая, звездчатка средняя и др.) могут прорастать с весны до осени, зимовать в различной фазе развития. Если всходы этих сорняков появляются летом или осенью, то они перезимовывают в этой же фазе и ранней весной продолжают развиваться. Если же семена этих сорняков прорастают весной, то они заканчивают цикл развития за один вегетационный период, т.е. ведут себя как яровые сорняки. Зимующие сорняки могут заселять все сельскохозяйственные культуры, но особенно сильно зерновые культуры и многолетние травы.

Озимые сорняки (костер, метлица обыкновенная, василек синий) могут всходить в течение всего вегетационного периода от весны до осени, но цветут и плодоносят только на второй год. В первый год двудольные виды сорняков образуют розетку, а однодольные (злаковые) кустятся. В этих фазах развития они нуждаются в воздействии пониженных температур для прохождения стадии яровизации.

Двулетние сорняки (дрема белая, икотник сизый, смолевка, синяк обыкновенный, чертополох колючий и др.) развиваются в течение двух полных вегетационных периодов. В первый год они образуют прикорневую розетку листьев, накапливают запасы питательных веществ. Цветут и плодоносят сорняки в следующем году.

Многолетние сорняки (бодяк полевой, вьюнок полевой, мать-и-мачеха, мята полевая, виды одуванчика, осот полевой, полынь обыкновенная, хвощ полевой, чистец болотный, щавель конский и др.) по способу вегетативного размножения подразделяются на корневищные, корнеотпрысковые, стержнекорневые, кистекорневые и корневищно-клубневые.

Характерной особенностью **корневищных сорняков** является их способность размножаться при помощи подземных стеблей, которые называют корневищами. Из корневищных сорняков наиболее распространены пырей ползучий, хвощ полевой и тысячелистник обыкновенный.

Корнеотпрысковые сорняки обладают способностью образовывать новые растения из корневой поросли. Из этой группы сорняков наиболее распространены бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, щавель малый.

К корневищно-клубневой группе относится чистец болотный. Он характеризуется тем, что у него корневища в виде клубеньков, которые при повреждениях способны давать поросль.

К стержнекорневым и кистекорневым сорнякам относятся одуванчик лекарственный (сорный, обыкновенный), подорожник (большой, средний), полынь обыкновенная (чернобыльник), лютик едкий и др. В посевах встречаются также сорняки-паразиты (клеверная, льняная повилика, заразиха и др.).

Однолетние однодольные сорняки

Просо куриное, ежовник, петушиное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv.). Однолетний поздний яровой сорняк (рис. XXXX ч). Семена прорастают при 4 – 6 °С, оптимальная тем-

пература прорастания 26 – 28 °С. Оптимальная глубина прорастания 1 – 2 см, максимальная – 12 – 14 см. Цветет в июне-сентябре. Одно растение дает 0,2 – 13 тыс. семян. В почве сохраняет всхожесть 4 – 5 лет.

Щетинник низкий, или сизый (*Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult [= *S. glauca*]). Однолетний поздний яровой сорняк. Минимальная температура прорастания 6 – 8 °С, оптимальная 20 – 24 °С. Оптимальная глубина прорастания семян 1 – 5 см, максимальная 12 – 14 см. Одно растение дает до 3 тыс. семян (рис. XXXX ф). В почве сохраняет жизнеспособность 4 – 15 лет.

Однолетние двудольные сорняки

Горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench). Однолетний ранний яровой сорняк (рис. XXXX р). Минимальная температура прорастания 4 – 6 °С, оптимальная – 12 – 14 °С. Оптимальная глубина прорастания 0 – 4 см, максимальная – 6 – 7 см. Цветет в июне-сентябре. Средняя плодовитость одного растения 0,8 – 1,4 тыс. семян, максимальная – 7,1 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве более 3 лет.

Горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX п). Минимальная температура для прорастания семян 1 – 2 °С, оптимальная 14 – 16 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 4 см, максимальная – 8 – 10 см. Цветет с июня до осени. Плодовитость 140 – 640 семян. Сохраняет жизнеспособность в почве 5 – 6 лет.

Горец птичий (*Polygonum aviculare* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX м). Минимальная температура для прорастания семян 1 – 2 °С, оптимальная 10 – 12 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 4 см, максимальная – 8 – 10 см. Цветет с июня до октября. Плодовитость 125 – 2000 семян. Сохраняет жизнеспособность в почве 5 лет.

Марь белая, марь обыкновенная (*Chenopodium album* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX д). Минимальная температура прорастания 3 – 4 °С, оптимальная 18 – 24 °С. Оптимальная глубина прорастания 0 – 3 см, максимальная – 8 – 10 см. Цветет в июле-сентябре. Средняя плодовитость растения 3,1 тыс. семян, максимальная – 100 тыс. семян. Сохраняет жизнеспособность в почве 8 – 38 лет.

Галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.). Однолетнее сорное растение (рис. XXXX о). Размножается семенами.

Одно растение образует до 20000 семян. Прорастают семена с поверхности почвы или с глубины в несколько миллиметров.

Звездчатка, мокрица, звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.). Сорняк-эфемер (рис. XXXX т). Минимальная температура прорастания 2 – 3 °С, оптимальная 12 – 22 °С. Оптимальная глубина прорастания 1 – 3 см, максимальная – 4 – 5 см. Цветет с апреля до глубокой осени. Плодовитость 15 – 25 тыс. семян. Сохраняет жизнеспособность в почве до 30 лет.

Подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX л). Минимальная температура прорастания 1 – 2 °С, оптимальная 14 – 16 °С. Оптимальная глубина прорастания 2 – 3 см, максимальная – 8 – 9 см. Цветет с июня до сентября. Плодовитость 0,4 – 1 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве до 5 лет.

Фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.). Яровой сорняк (рис. XXXX х). Нередко ведет себя как зимующий. Минимальная температура прорастания 5 – 7 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 1 см, максимальная – 4 – 5 см. Цветет с мая до осени. Плодовитость 2,5 – 3 тыс. семян. Сохраняет жизнеспособность в почве 3 – 4 года.

Щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.). Однолетний поздний яровой сорняк (рис. XXXX а). Минимальная температура прорастания 6 – 8 °С, оптимальная 26 – 36 °С. Оптимальная глубина прорастания 0 – 3 см, максимальная – 6 – 8 см. Цветет с июля до конца периода вегетации. Плодовитость достигает 700 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве свыше 10 лет.

Горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX у). Минимальная температура прорастания 2 – 4 °С, оптимальная – 14 – 20 °С. Оптимальная глубина прорастания 2 – 4 см, максимальная – 6 – 8 см. Цветет с мая до конца вегетации. Средняя продуктивность 1,2 – 4 тыс. семян, максимальная – 32 тыс. семян. Всхожесть свежесозревших семян достигает 86 %; длительность сохранения жизнеспособности в почве 11 лет.

Редька полевая, дикая (*Raphanus raphanistrum* L.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX с). Минимальная температура прорастания 2 – 4 °С, оптимальная 10 – 12 °С. Глубина прорастания 5 – 6 см. Цветет с мая до конца вегетации. Средняя продуктивность 0,15 – 2,5 тыс. семян, максимальная – 12 тыс. семян. Всхожесть свежеосыпавшихся семян достигает 52 %. Семена сохраняют всхожесть в почве 2 – 14 лет.

Пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrachit* L.). Однолетний ранний яровой сорняк (рис. XXXX ш). Минимальная

температура прорастания 4-6 °С, оптимальная – 20 – 22 °С. Оптимальная глубина прорастания 1 – 2 см, максимальная – 4 – 6 см. Цветет в июле-сентябре. Средняя плодовитость 0,6 тыс. семян, максимальная – 5 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть 2 – 14 лет.

Пикульник заметный, зябра (*Galeopsis speciosa* Mill.). Ранний яровой сорняк (рис. XXXX к). Минимальная температура прорастания 8 – 10 °С, оптимальная 20-22 °С. Оптимальная глубина прорастания 1 – 2 см, максимальная – 4 – 5 см. Цветет с июня до конца сентября. Продуктивность растения 0,2 – 1 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве 2 и более лет.

Василек синий (*Centaurea cyanus* L.). Однолетний сорняк, имеющий яровые и озимые формы (рис. XXXX ж). Минимальная температура прорастания 3 – 5 °С, оптимальная 10 – 12 °С. Оптимальная глубина прорастания 1 – 4 см, максимальная – 4 – 7 см. Цветет с июня до глубокой осени. Плодовитость 0,7 – 6,7 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве 3 года.

Трехреберник непахучий, ромашка непахучая (*Matricaria perforata* Merat [= *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.]). Однолетний сорняк, имеющий яровые и озимые формы (рис. XXXX н). Преобладают озимые формы. Минимальная температура прорастания 2 – 3 °С, оптимальная 18 – 24 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 2 см, максимальная – 5 – 6 см. Цветет с мая до глубокой осени. Средняя плодовитость растения 34 тыс. семян, максимальная – 1650 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть 6 лет.

Многолетние однодольные сорняки

Пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) P. Beauv.). Корневищный сорняк (рис. XXXX в). Семена прорастают при температуре 2 – 4 °С, оптимальная температура прорастания 28 – 30 °С. Оптимальная глубина прорастания семян 3 – 5 см, максимальная – 7 – 10 см. Цветет и плодоносит с июня до конца вегетации. Одно растение с многочисленными побегами дает до 10 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве до 11 лет. В возобновлении сорняка существенную роль играет вегетативный способ размножения (с помощью корневищ, основная масса которых сосредотачивается на глубине до 12 см).

Свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Корневищный сорняк (рис. XXXX и). Прорастает при температуре 20 – 35 °С. Оптимальная глубина прорастания 3 см. Цветет с июня до глубокой осени. Созревшие колоски опадают с соцветиями. Растение дает 1 – 2 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве 3 – 5 лет. Размножается семенами и вегетативно, однако в связи с ограниченным временем прорастания и невысокой всхожестью семян возможности семенного размножения ограничены. Наиболее опасны корневища, остающиеся в почве на уровне подрезки, и крупные отрезки в пахотном слое почвы.

Многолетние двудольные сорняки

Сурепка обыкновенная (*Barbarea arcuata* (Opiz ex J. Et C. Presl) Reichnb.). Многолетний корнеотпрысковый сорняк, который на быстро уплотняющейся почве ведет себя как двулетнее растение (рис. XXXX г). Минимальная температура прорастания семян 6 – 8 °С, оптимальная – 18 – 24 °С. Оптимальная глубина прорастания 0 – 1 см, максимальная – 1,5 – 2 см. Цветет в мае-июне. Одно растение дает от 1 до 10 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть в почве 4 года. Размножается преимущественно семенами, однако поврежденные корни способны регенерировать побеги ниже уровня подрезки; отрезки корней могут приживаться.

Вьюнок полевой, березка (*Convolvulus arvensis* L.). Корнеотпрысковый сорняк (рис. XXXX з). Минимальная температура прорастания семян 4 – 6 °С, оптимальная – 18 – 24 °С. Оптимальная глубина прорастания до 10 см, максимальная – 15 см. Цветет с июня до осени. Одно растение дает 0,6 – 9,8 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть 50 лет. Размножается семенами и вегетативно. Вегетативное размножение происходит главным образом из мощной корневой системы, в меньшей степени – отрезками корней.

Бодяк полевой, осот розовый (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Корнеотпрысковый сорняк (рис. XXXX е). Минимальная температура прорастания 4 – 6 °С, оптимальная – 20 – 25 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 1 см, максимальная – 4 – 5 см. Цветет с июня до конца вегетации зерновых культур. Одно растение дает от 4 до 36 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть 5 лет. Размножается семенами и вегетативно. Вегетативное размножение преимущественно от корневой системы, расположенной в пахотном слое.

Осот полевой (*Sonchus arvensis* L.). Корнеотпрысковый сорняк (рис. XXXX ц). Минимальная температура прорастания семян 6 – 8 °С, максимальная – 25 – 29 °С. Оптимальная глубина прорастания 0,5 – 1 см, максимальная 8 – 12 см. Цветет с июня до конца вегетации. Одно растение дает от 3 до 19 тыс. семян. Семена сохраняют всхожесть до 5 лет. Размножается семенами

и вегетативно. Вегетативное размножение происходит корнями, которые при обработке дробятся на кусочки 1 – 3 см, легко приживающиеся.

Горчак ползучий (*Acroptilon repens* (L.) DC.). Корнеотпрысковый сорняк (рис. XXXX б). Минимальная температура прорастания 8 – 10 °С, оптимальная – 20 – 30 °С. Оптимальная глубина прорастания 3 см, максимальная – 6 – 8 см. Цветет с мая до осени. Одно растение дает 0,3 – 2 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве 5 лет. Размножается семенами и вегетативно. Растения, появившиеся из семян в первый год развиваются слабо, но образуют мощную корневую систему, способную к осени к вегетативному размножению. При глубокой подрезке и в сухой почве горчак вступает в состояние покоя до 1,5 – 2 лет, что затрудняет борьбу с ним.

В посадках картофеля по данным С. В. Сороки, В. С. Терещука, Н. В. Сонкиной (2000) встречается более 50 видов сорных растений. Среди однолетних доминируют марь белая, редька дикая, галинзога мелкоцветковая, виды горца, пикульника, ромашки, звездчатки, мятлика, щетинника, просо куриное и др.; среди многолетних – виды осота, полыни, одуванчика, пырей ползучий, чистец болотный, мята полевая и др. Из-за низкой конкурентоспособности культуры в период от посадки до смыкания ботвы они являются одним из наиболее серьезных факторов, препятствующих получению высоких урожаев картофеля. Авторы сообщают о том, что средняя засоренность посадок этой культуры в Беларуси составляет 85 – 124 сорняка/м^2. Известно, что даже наличие 5 сорных растений на 1 м^2 снижает урожай клубней картофеля на 2,4 %; 25 – на 10,9 %; 50 – на 19,4 %; 100 – на 31,5 % и при 200 сорняках/м^2 – на 43 %.

В настоящее время засоренность полей, занятых под картофелем, увеличилась по сравнению с 1990 г. на 10 – 15 %. При этом особенно возросло число многолетних сорных растений: пырея ползучего, осота желтого, розового и др. На некоторых полях длина корневищ пырея ползучего на 1 м^2 достигает 150 – 250 погонных метров. Такому увеличению засоренности посевов способствовали систематическое нарушение технологий возделывания картофеля и общей культуры земледелия (Самсонов, 1999).

Расширение площадей под зерновыми культурами привело к распространению злаковых видов сорняков, которые невозможно уничтожить в посадках агротехническим способом. Использование для междурядной обработки упрощенных культиваторов,

оборудованных только окучивающими корпусами на чизельной стойке, еще больше снизило результативность механического способа борьбы с сорняками. Отрицательно влияют на ситуацию также поздние сроки или непроведение зяблевой вспашки, отказ от полупаровой обработки почвы.

Длительность периода вегетации картофеля позволяет большинству видов сорных растений вызревать на семена, что еще больше усугубляет ситуацию для последующих сельскохозяйственных культур. Картофель стал утрачивать роль предшественника, очищающего почву от сорняков.

Одной из причин повышения вредоносности сорняков является резкое (в 4 – 5 раз) сокращение объема применения гербицидов, а также формирование устойчивых к ним видов сорных растений. По данным С. В. Сороки (1999) многие виды сорняков в настоящее время устойчивы к препаратам группы 2,4-Д и 2М-4Х и их аналогам. Даже в борьбе с таким широко распространенным в посевах многих сельскохозяйственных культур сорняком, как марь белая, эффективность гербицидов 2,4-Д и 2М-4Х, достигавшая ранее 100 %, в последние годы не превышает 65 – 70 % (Паденов, Сорока, 2002).

Меры борьбы с сорной растительностью

Определение уровня засоренности посевов и почвы. Объективная оценка засоренности картофельных полей, определение видового состава и уровня распространенности сорной растительности являются важнейшим элементом интегрированной защиты картофеля, позволяют более обоснованно и всесторонне планировать систему борьбы с сорняками на конкретных полях.

Основным источником засорения посевов является почва. Для получения объективной картины ожидаемой в текущем году засоренности посевов оценивается наличие в почве семян и органов вегетативного размножения. Для этого отбираются образцы почвы почвенными бурами различной конструкции. Пробы берут по диагонали поля осенью, после вспашки, или весной, до прорастания семян (в 25 – 30 местах при площади участка более 150 га или в 15 – 20 местах при площади 50 – 100 га), на глубину пахотного слоя через 5 или 10 см. Средняя проба с поля (2 кг, торфяных почв – 0,5 кг) помещается в заранее заготовленные проэтикетированные и пронумерованные целлофановые пакеты и доставляется в лабораторию. Для отмывки образцы погружают в воду в специальных сосудах, у которых дно и крышка состоят

из съемных металлических сит с отверстиями 0,25 мм, и подвергают флотации до тех пор, пока вода не станет чистой. Содержимое сосудов высушивают до воздушно-сухого состояния и помещают в небольшие пакеты. Высушенные пробы просматривают на доске со стеклом, под которым подложена белая бумага. Семена отбирают, с помощью определителей выявляют их видовой состав и подсчитывают количество. Устанавливают также всхожесть семян в термостатах с регулируемой температурой в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге.

На основании этих данных рассчитывают запас семян сорняков, включая жизнеспособные и прорастающие при оптимальной температуре, в целом и по видам, по горизонтам и для всего пахотного слоя на 1 га площади. Для оценки уровня засоренности почвы используют пятибалльную шкалу: очень слабая засоренность – до 5 млн. семян сорняков на 1 га пахотного слоя почвы; слабая – 5,1 – 15 млн. семян; средняя – 15,1 – 50 млн. семян; сильная – 50,1 – 100 млн. семян; очень сильная – более 100 млн. семян.

Источником поступления семян в почву являются органические удобрения. На практике нередко используют свежий и полуперепревший навоз, содержащий значительное количество жизнеспособных семян сорняков. Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт органических удобрений разработал метод оценки засоренности органических удобрений. Пробоотборником отбирается средний образец (не менее 1 кг) из 20 выемок в 5 – 7 местах на 3 глубинах бурта, навозохранилища или пруда-накопителя и у дна. Один образец берется от партии плотных и полужидких удобрений массой до 1000 т, жидких и навозных стоков – до 5000 т. Средний срок хранения образцов при температуре до 10 °С – 7 дней, до 20 °С – 1 сутки. Для анализа усредненную навеску (200 г) переносят на комплект сит с отверстиями 3, 1, 0,5 и 0,25 мм, последовательно вставленных одно в другое, и отмывают в воде. Оставшуюся массу на ситах переносят на плотную бумагу и сушат до воздушно-сухого состояния. Высушенный образец разбирают на доске или стекле с подложенной белой бумагой. Подсчитывают целые семена сорных растений, затем рассчитывают общий запас сорняков на 1 т удобрений и на гектарную норму. Определяют жизнеспособность и всхожесть семян в лаборатории в термостатах с регулируемой температурой в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге, предметных стеклах или влажном песке. Для оценки уровня засоренности

органических удобрений (подстилочный навоз, торф, компосты, птичий помет) используют четырехбалльную шкалу по числу всхожих семян на 1 т удобрений: низкий – менее 100 тыс., средний – 100 – 500 тыс., высокий – 500 – 1250 тыс. и очень высокий – более 1250 тыс.

На практике обычно достаточно определения типов засорения. Для обоснования применения агротехнических и химических методов борьбы требуется и учет видового состава сорных растений.

За основу объективной информации принят ежегодный учет засоренности посевов. Он проводится во время массового появления основных видов сорняков.

Агротехнические меры борьбы с сорняками. Комплекс агротехнических мероприятий включает в себя чередование культур в севообороте, правильно подобранную обработку почвы, выращивание районированных сортов, соблюдение сроков посадки, густоты стеблестоя, научно обоснованное внесение удобрений, тщательный уход за посевами, своевременную уборку урожая.

По данным Ю. Я. Спиридонова (по Паденову, 2001) ожидаемый вклад от различных приемов в снижение засоренности посевов может быть следующим: севооборота – 65 – 70 %; дифференцированной обработки почвы (сочетание отвальной и безотвальной вспашки) – 50 – 60 %; профилактических мер (правильное хранение органических удобрений, возделывание сидератов, обкашивание дорог и залежей) – 30 – 40 %; явление аллелопатии (посев в качестве промежуточных культур рапса, горчицы, редьки масличной и др.) – 30 %; применение гербицидов – до 90 %; биопрепаратов – 20 – 30 %, а от комплекса мер – до 100 %.

Севооборот составляет основу борьбы с сорняками. Чередование культур с разными технологиями выращивания позволяет использовать различные механические приемы и гербициды, ликвидировать засоренность на отдельных полях и в целом в севообороте. Правильное чередование культур снижает засоренность полей на длительное время. По данным В. П. Самсонова (1999) озимая рожь сильно подавляет однолетние сорняки; несколько хуже – озимая пшеница, вико-овсяная и пелюшко-овсяная смеси. Гречиха при сплошном посеве, горчица, овес снижают засоренность посевов на 22 – 35 %. При нарушении севооборота засоренность посевов возрастает в 2 – 5 раз.

В подавлении сорняков важное место отводится правильному приготовлению и хранению органических удобрений. По данным

БелНИИЗР, в 1 кг торфонавозного компоста содержится до 1200 жизнеспособных семян сорняков. Основными источниками засорения семенами сорняков являются сено, солома, полова, торф, отходы зерна, комбикорма и др. Сохранение жизнеспособности семян сорняков в органических удобрениях в значительной мере зависит от интенсивности протекания в них биотермического процесса в период хранения. Например, при температуре 40 °С семена сорняков в навозе погибают за 4 недели, при 43 °С – за 3, при 45 °С – за 2 и 50 °С – за 1 неделю. Наиболее интенсивно проходят биотермические процессы в буртах, когда они имеют 10 % соломы и материал, богатый клетчаткой, с влажностью 65 – 75 %, рыхлую укладку для активизации аэробных микроорганизмов.

Необходима тщательная очистка сельскохозяйственных машин и орудий, транспортных средств и мешкотары от семян сорняков, а также уничтожение сорной растительности до цветения на обочинах дорог, канав, около животноводческих ферм и навозохранилищ, на торфяниках, местах заготовки и складирования торфа, машинных дворах и на необрабатываемых землях. Отходы зерна после обмолота или сортирования скармливать животным только в размолотом или запаренном виде. При этом условии семена сорняков, имеющиеся в отходах, не попадут в навоз и не увеличат засоренность полей.

Среди мер, направленных на повышение урожайности картофеля и снижение уровня засоренности посевов этой культуры важное место отводится обработке почвы. Она должна осуществляться в зависимости от гранулометрического состава почвы и предшественников. Система основной, или зяблевой обработки почвы состоит из предварительного дискования (лущения) стерни или почвы, вспашки зяби и последующих обработок зяби. Лущение (дискование) стерни должно проводиться непосредственно вслед за уборкой сельскохозяйственных культур. Поздняя зяблевая вспашка, когда среднесуточная температура воздуха ниже 10 °С, малоэффективна.

Следует учитывать, что зяблевая обработка почвы эффективна, прежде всего, против сорняков, прорастающих осенью (мокрица, незабудка полевая, фиалка полевая, василек синий, щавелек, молочай, осот полевой, пырей ползучий и др.) и не эффективна против прорастающих весной и имеющих осенний период покоя (горец птичий, горчак ползучий, редька дикая, пастушья сумка, вьюнок полевой, крапива и др.).

В системе зяблевой обработки почвы на полях с малолетним

типом засорения эффективно проведение лущения сразу после уборки предшественника на глубину 8 – 10 см, зяблевой вспашки через 10 – 15 дней на глубину 20 – 22 см (раз в 5 лет – на глубину 30 – 35 см); с корневищным типом засорения: дискование на глубину 8 – 10 см сразу после уборки, дискование поперек предыдущего на глубину 10 – 12 см через 3 – 5 дней и зяблевая вспашка на 30 – 35 см через 10 – 15 дней после второго дискования; с корнеотпрысковым типом засорения: лущение на глубину 10 – 12 см сразу после уборки, зяблевая вспашка на глубину 25 – 27 см через 10 – 15 дней после лущения и культивация на глубину 10 – 12 см с боронованием через 5 – 7 дней после вспашки.

При корнеотпрысковом типе засорения зяблевая обработка почвы направлена на возможно более глубокое подрезание сорняков при вспашке (на 20 – 22 см), с тем, чтобы в последующем обеспечить истощение их путем регулярного подрезания подземных органов и увеличения расхода питательных веществ при отрастании побегов, которые при обработках будут систематически уничтожаться. Глубина подрезания органов вегетативного размножения связана с разной глубиной их расположения у различных сорняков (табл. 3).

Табл. 3.

Глубина расположения корней у корнеотпрысковых сорняков

Растение	Глубина проникновения главного корня, см	Глубина отрастания основной массы боковых корней, см	Характер расположения отпрысков
Осот полевой	до 50	6 – 18	параллельно поверхности почвы
Бодяк	400 – 600	15 – 35	под углом к поверхности почвы
Горчак ползучий	500 – 1000	22 – 25	то же
Вьюнок полевой	200 – 250	25 – 70	то же

Механическая борьба с сорняками связана с созданием хорошо оформленных гребней (два и более «слепых» окучивания). Интенсивным перемещением почвы при их формировании, многократным окучиванием растений картофеля и обработкой сетчатой бороной можно на песчаных и супесчаных почвах добиться хороших результатов в борьбе с сорняками. На более тяжелых почвах эффективность механической борьбы, как правило, недо-

статочна. Так как сорняки при механической обработке разрываются и засыпаются землей, на влажной почве эффективность такой борьбы ниже. На склонах гребней и в борозде механическое уничтожение сорняков, как правило, дает достаточный эффект.

Успех механической борьбы с сорняками – посадка картофеля на оптимальную глубину при хорошей форме гребней, так как в других случаях корни и столоны можно легко повредить.

После появления всходов опасность повреждения листьев, стеблей, столонов и корней выше, поэтому механические обработки желательно не проводить. На семенных посадках из-за возможного переноса вирусов картофеля X, M, A и Y даже при легких повреждениях листьев послевсходовая механическая обработка не допускается. Следует учесть, что повреждение растений картофеля может вызвать также усиленное развитие ризоктониоза.

Борьба с сорной растительностью на торфяно-болотных почвах имеет свои особенности. Торфяные почвы в связи с высоким содержанием органических веществ и влаги исключительно благоприятны для роста, развития и распространения сорняков, численность которых в посевах составляет не менее 2000 на 1 м^2. Семена сорняков обладают здесь более длительным периодом сохранения жизнеспособности, чем на минеральных почвах, а многолетники – исключительно высокой приживаемостью. Наиболее злостными сорняками являются осот полевой, бодяк полевой, пырей ползучий, ромашка непахучая, мокрица, пикульники, череда, подмаренник цепкий и др.

Агротехнические меры борьбы с сорняками на торфяно-болотных почвах включают те же приемы, что и на дерново-подзолистых, но имеют свои особенности. Торфяные почвы меньше нуждаются во вспашке, чем минеральные – она может применяться один раз в два – четыре года.

При засорении многолетними устойчивыми к гербицидам сорняками нужно проводить вспашку с лущением стерни дисковыми орудиями. Глубину вспашки необходимо чередовать по годам от 20 до 35 см. Более глубокая обработка проводится после многолетних трав, мелкая – в промежуточный период.

Химический метод борьбы с сорной растительностью. На сильно засоренных полях необходимо сочетать механическое уничтожение сорняков с применением гербицидов, прежде всего, во время осенней подготовки почвы после уборки предшественника. В этих целях рекомендуется использовать гербициды – производные глифосата (раундап, 36 % в.р., глиалка 36,

36 % в.р., глифос, 36 % в.р., доминатор, 36 % в.р., зеро, 36 % в.р., пилараунд, 36 % в.р., сангли, 36 % в.р., торнадо, 36 % в.р., ураган, 48 % в.р. и др.). Применение указанных гербицидов позволяет отменить послеуборочное лущение стерни. Кроме того, многолетние сорняки наиболее эффективно уничтожаются именно в осенний период, когда происходит отток питательных веществ из листьев в корни. После применения данных гербицидов засоренность последующих культур многолетними сорняками обычно снижается более чем на 85 %, при этом погибает весь комплекс многолетних сорняков – пырей, осоты, виды полыни и другие. Эффект сохраняется не менее 3 лет.

При использовании гербицидов, производных глифосата, необходимо соблюдать следующие условия:

- сорные растения должны активно вегетировать, так как препараты попадают в растения через листья и другие зеленые органы; пырей в момент обработки должен иметь 3-5 активно ассимилирующих листа (10 – 20 см), осоты 4 – 5 листьев (10 – 20 см);
- оптимальные температуры +15 – 25 °С. Препараты можно применять и при температуре ниже +12 °С и до наступления первых заморозков, но при этом их эффективное действие замедляется;
- в засушливых условиях, при низком срезе полегших зерновых культур, для стимулирования отрастания многолетних сорняков (осота, бодяка) желательно провести дискование стерни; обработка проводится по отросшим сорнякам через 2 – 3 недели;
- так как глифосат передвигается по корневой системе сорняков, полная их гибель (пожелтение и засыхание) происходит в течение 14 – 21 дня;
- осадки, выпавшие в течение 4 – 8 часов после обработки, могут снизить биологическую эффективность препарата;
- оптимальный расход жидкости – 100 – 200 л/га;
- оптимальные нормы расхода: против пырея ползучего – 3 – 4,0 л/га, видов полыни – 5,0 и осотов – 5-6,0 л/га;
- обработка почвы в теплую влажную, погоду возможна через 7 – 8 дней после опрыскивания, но при обычной погоде лучше через 15 – 21 день, после полного отмирания сорняков.

Норму расхода раундапа и его аналогов можно снизить до 2,0 л/ га в баковой смеси с банвелом, 48 % в.к. – 0,75 – 1,0 л/га. При внесении такой смеси гербицидов многолетних сорняков погибало значительно больше, чем от применения раундапа в чистом виде.

Препараты, производные глифосата, попав на поверхность почвы, быстро связываются почвенными частицами, разлагаются

почвенными микроорганизмами на углекислый газ и воду. Поэтому после внесения данных гербицидов можно высевать любые сельскохозяйственные культуры.

При обработке полей глифосатпроизводными гербицидами нельзя допускать сноса рабочей жидкости на другие посевы, сады, кустарники, лес и т. д.

Применение препаратов этой группы экономит до 30 % топлива и других затрат при проведении агротехнических мероприятий, является экологически наиболее безопасным способом подавления многолетних сорняков, так как в момент применения данных гербицидов сельскохозяйственные культуры не вегетируют.

При использовании на картофельных полях почвенных гербицидов, по мнению Д. Шпаара и др. (1999), необходимо учитывать следующее:

- гребни должны хорошо осесть;
- клубни должны быть посажены на глубину, близкую к оптимальной, чтобы гербициды не попали в зону проростков картофеля;
- почва должна иметь мелкокомковатую структуру для равномерного распределения гербицидов;
- почва должна быть достаточно влажной, чтобы гербициды могли проявить свое действие.

Важен также правильный выбор срока применения гербицидов. Если позволяет чувствительность картофеля, целесообразно применять их к моменту появления ростков, т. е. за короткое время до появления всходов или во время их появления.

Тип и вид почвы, содержание в ней органического вещества и погодные условия оказывают определенное влияние на эффективность почвенных гербицидов и продолжительность их действия. Чем легче почвы, тем ниже нормы расхода препаратов. На более тяжелых почвах, как правило, нормы расхода гербицидов повышают. На легких почвах, содержащих меньше 1 % гумуса, гербициды нельзя вносить до всходов, так как вследствие низкой поглощающей способности почв проявляется их фитотоксичное действие. На легких песчаных почвах, которые подвергаются ветровой эрозии, действие гербицидов на отдельных участках может быть недостаточным и, наоборот, на других участках могут наблюдаться повреждения картофеля из-за слишком высокой их концентрации.

Почвы, содержащие сравнительно много органического вещества, обладают сильной поглотительной способностью и могут в большом объеме связывать или инактивировать действующие вещества гербицидов. Поэтому на тяжелых почвах и почвах с боль-

шим количеством органического вещества норму расхода препарата нужно повышать. На почвах с содержанием гумуса выше 6 % (особенно на торфяниках) почвенные гербициды адсорбируются или инактивируются и теряют свое действие. На таких почвах следует применять гербициды, действующие через листья. Однако при неблагоприятных погодных условиях они могут вызывать повреждения листьев у растений картофеля и затруднять прочистку посадок от больных вирусами растений, поэтому их применение при выращивании семенного картофеля исключено.

Температура воздуха также влияет на действие почвенных гербицидов. В годы с теплым летом их эффективность значительно выше, чем в годы с прохладной погодой.

Почвенно-климатические условия влияют и на продолжительность действия почвенных гербицидов. Повышенная активность почвенных микроорганизмов за счет более высоких температур и достаточной влажности почвы обусловливает более быстрый распад препаратов, чем при низких температурах и засухе.

Применять гербициды не следует, если посадки картофеля пострадали от мороза, ослаблены болезнями и повреждены вредителями, если клубни недостаточно глубоко посажены, корни и столоны расположены близко к поверхности почвы.

Сортовые различия по чувствительности к гербицидам наиболее сильно проявляются при неблагоприятных условиях выращивания картофеля. Это особенно касается гербицида зенкор. Однако отрицательное действие препарата на картофель можно исключить путем использования более низких норм расхода гербицида или раннего довсходового его применения. Существуют сорта, которые не следует обрабатывать зенкором по всходам: Явар, Сантэ, Архидея, Фреско, Одиссей, Атлант и др.

Нормы расхода гербицидов при выращивании очень ранних и ранних сортов картофеля, как правило, должны быть ниже, чем при выращивании более позднеспелых. При выращивании раннего картофеля необходимо учитывать чувствительность к гербициду следующей культуры в севообороте.

Гербициды применяются методом наземного опрыскивания. Использование их может сочетаться с другими агротехническими приемами (обработка почвы, внесение удобрений и др.). Доза препарата зависит от конкретных почвенно-климатических условий и видового состава сорных растений, особенно многолетних. Так, норма расхода раундапа, глиалки и др. против пырея составляет 3 – 4 л/га; против осотов – 4 – 6 л/га.

Имеется возможность одновременного внесения смесей гербицидов с различным механизмом действия: зенкор + титус; зенкор + агритокс; зенкор + фюзилад и т. д. Однако при этом необходимо учитывать тот факт, что сорняки не всегда в одно и то же время находятся в необходимой для эффективного действия препаратов стадии развития.

Таким образом, при существующей высокой засоренности посадок картофеля использование гербицидов существенно дополняет агротехнические мероприятия, обеспечивает высокую биологическую и хозяйственную эффективность, быстроту действия и последействия.

В последние годы в мире накопилось большое количество информации о возможности борьбы с сорной растительностью с помощью генетически модифицированных растений. В США из всех высеваемых трансгенных растений 28,4 % занимают гербицидоустойчивые культуры (устойчивые к глифосату аммония). Особенно значительный прогресс достигнут в создании трансгенных гербицидоустойчивых растений сои, сахарной свеклы, рапса и кукурузы. Возделывание таких растений позволяет существенно изменить тактику борьбы с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур, получить заметную экономию на вспашке, обработке почвы и прополке. Кроме того, использование глифосатсодержащих гербицидов позволяет снизить опасность загрязнения окружающей среды, так как эти гербициды быстро разрушаются в почве, а выращивание толерантных к гербицидам культур хорошо сочетается с нулевой обработкой почвы, предотвращающей ее эрозию. Однако широкое внедрение трансгенных растений в производство сдерживается недостаточной изученностью многих вопросов, связанных с генной инженерией.

Одним из перспективных способов борьбы с сорной растительностью является использование для этих целей микогербицидов. Сорняки, так же как и другие растения, подвержены эпифитотиям, возбудителями которых являются грибы.

В настоящее время в мире накоплен определенный опыт по применению микромицетов в качестве агентов биологического контроля сорной растительности. Известно более 130 видов микромицетов, являющихся потенциальными продуцентами микробиологических препаратов. Получены положительные результаты по снижению численности осота полевого путем заражения его возбудителем ржавчины; горца шероховатого – возбудителем головни; повилики – грибом *Alternaria*; амброзии – видами *Fusarium* и др. Однако до настоящего времени видовой состав грибов – возбудителей болезней сорняков изучен не достаточно. Отсутствуют данные о взаимодействии в системе «сорняк-патоген», необходимые для понимания хозяйственной специфичности грибов.

Интерес к фитопатогенным грибам как биологическим агентам контроля за сорной растительностью обусловлен тем, что многие их виды высокоспецифичны, быстро распространяются в пространстве, не влияют на теплокровных и человека, легко поддаются воспроизводству, накоплению и хранению. Кроме того, они могут выделять вещества, обладающие гербицидными свойствами, и тем самым служить продуцентами химических гербицидов. Биологическая борьба с сорняками с помощью фитопатогенных грибов – перспективное направление в защите растений, особенно в отношении таких широко распространенных и трудноискоренимых сорняков, как осот полевой, бодяк полевой, горчак ползучий, горец, подмаренник цепкий, вьюнок полевой, марь белая. Могут быть созданы новые экологически малоопасные гербициды. Наряду с этим имеются сообщения о том, что микогербициды можно применять совместно с химическими гербицидами. В Нидерландах против куриного проса успешно применялся гриб *Curvularia lunata* и гербицид атразин. Хорошие результаты в подавлении сорняков получены при совместном применении грибных патогенов и насекомых. Последние способствуют проникновению патогенов в ткани и усиливают их паразитическую активность. Против бодяка эффективно применялись осотовая щитоноска и возбудитель ржавчины; на сорном щавеле – листоед и ржавчина и т. д.

Недостатком этого метода является то, что после применения в производстве инфекция может распространиться на близлежащие территории, где ее присутствие может быть нежелательным (Бедная, 1992; Левитин, 1998 и др.).

Способы борьбы с сорной растительностью путем получения гербицидоустойчивых растений и с помощью микогербицидов в настоящее время не используются в картофелеводстве, но являются весьма перспективными.

9. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Максимальной урожайности картофель достигает при оптимальном освещении и водном режиме и умеренной температуре окружающей среды. Экспериментальным путем было установлено, что в отсутствии стрессов продуктивность разных сортов картофеля по сухому веществу, накопленному в клубнях, напрямую зависела только от количества поглощенной световой энергии (van der Zaag, Doornbos, 1987).

В полевых условиях многочисленные неблагоприятные факторы окружающей среды отрицательно влияют на урожайность картофеля и качество клубней. В результате взаимодействия стрессов и генотипа растения проявляются различия сортов по продуктивности. Картофель особенно сильно страдает от жары и засухи. Даже кратковременное сильное воздействие данных стрессов может привести к существенному снижению общей и товарной урожайности.

Не менее вредоносно воздействие стрессов в послеуборочный период (транспортировка и хранение клубней), которое приводит к потерям уже убранного урожая. Часто отмечается явление ослащения клубней картофеля при их продолжительном хранении на холоде. Дефицит кислорода, возникающий при неправильном хранении урожая, создает благоприятные условия для развития сапрофитных анаэробных бактерий и может стать причиной гниения клубней у сортов, неустойчивых к бактериозам.

На молекулярном уровне воздействие стрессов выражается в нарушении протекания биохимических реакций в растениях, что приводит к снижению их фотосинтетической активности и неадекватному оттоку продуктов фотосинтеза в клубни. Необходимо подчеркнуть, что, как и в период абсолютного покоя (3 – 15 недель), так и в последующий период скрытого прорастания, сдерживаемого только низкими температурами, клубни картофеля остаются полностью «живыми». На неблагоприятные условия хранения клубни реагируют изменением метаболических процессов, что может привести к преждевременному их старению или даже отмиранию.

Молекулярно-генетические механизмы толерантности растений к стрессам остаются до конца невыясненными. Точкой

опоры для исследований стало выявление различий в степени воздействия стрессов на разные сорта картофеля. Результаты исследований по устойчивости/толерантности сортов и видов картофеля к стрессам легли в основу как селекционных программ, так и молекулярно-генетических исследований, направленных на идентификацию генов или хромосомных сегментов, связанных с толерантностью к стрессам.

Высокая температура окружающей среды и толерантность картофеля к жаре

Картофель – культура умеренно-прохладного климата. Результатом этого является более низкая продуктивность сортов, выращиваемых в условиях теплого и жаркого климата. Для большинства сортов оптимальная температура окружающей среды 17 – 20 ºС. У картофеля нормальное клубнеобразование происходит при температуре почвы не выше 18 – 19 ºС. Каждые 5 ºС, превышающие 20 ºС, приводят к снижению фотосинтетической активности растения на 25 % (Burton, 1981; Demagante, van der Zaag, 1988). Продолжительное воздействие высокой температуры тормозит развитие наземной части растений картофеля. В свою очередь неполноценные (низкорослые, слабо облиственные и мелколистые) растения не в состоянии обеспечить нормальное накопление урожая. В условиях жаркой погоды ботва растений картофеля продолжает активно расти и после инициации клубнеобразования, используя для роста продукты фотосинтеза из клубневого резервуара (van der Zaag, 1984). Таким образом, температура окружающей среды, превышающая 20 ºС, негативно влияет на все составляющие процесса клубнеобразования, приводя к задержке инициации клубней и снижая скорость накопления урожая. При температуре свыше 29 ºС практически происходит остановка клубнеобразования и значительно замедляется процесс накопления сухого вещества в виде ассимилянтов фотосинтеза (Ben Khedher, Ewing, 1985). Высокая температура в сочетании с длинным днем вызывает превращение столонов в надземные побеги и израстание клубней. Картофельное растение весьма чувствительно к резким изменениям температуры, которые вызывают снижение или временное прекращение клубнеобразования. При длительных простоях клубнеобразования на клубне появляется многослойное пробковое покрытие, и новый приток ассимилятов прорывает менее оп-

робковелый участок глазков с образованием на клубне молодых клубеньков. Если такие смены происходят неоднократно, наблюдается неравномерный рост частей клубня, что приводит к выпячиванию тканей около глазков и к образованию клубней уродливых форм. Установлено, что даже непродолжительное воздействие высокотемпературного стресса на картофель может привести к образованию клубней с нетипичной формой, менее привлекательной для потребителя. Наиболее распространенные следующие нарушения: шишковатость (наросты в зоне глазков), грушевидность, ростовые трещины, израстание (прорастание клубней нового урожая еще до начала уборки), частичное изменение цвета кожуры, некрозы мякоти.

У клубней, рост и развитие которых проходят при высоких летних температурах, глубокое состояние покоя сокращается вследствие большой суммы температур. В результате может произойти сравнительно раннее прорастание картофеля в хранилище. Следующим негативным последствием является физиологическая старость таких клубней на момент посадки. Физиологическая старость посадочного материала является причиной слабого роста ботвы, снижение массы которой ведет к уменьшению прироста клубней.

Несмотря на вышеперечисленные проблемы, область производства и потребления картофеля постепенно расширяется в сторону экватора. Рост производства картофеля в странах, находящихся в субтропической и тропической климатических зонах, растет быстрее, чем любых других культур. В странах с жарким климатом, таких как Израиль, Египет, Филиппины, где дневная температура достигает 40 ºС, продуктивность большинства сортов картофеля составляет только 23 т/га, что очень мало по сравнению с продуктивностью тех же сортов при оптимальном температурном режиме (до 90 т/га) (Burton, 1981). В последнее время в России производство товарного картофеля постепенно смещается на юг, в области с более теплым климатом. Фермеры Астраханской, Волгоградской, Ростовской и других южных областей все чаще отдают предпочтение картофелю. Таким образом, существует потребность в повышении толерантности культуры к высокой температуре. Существует несколько способов решения данной проблемы, среди которых увеличение урожайности с помощью агротехнических приемов и использование сортов, толерантных к жаре.

Одним из возможных агротехнических приемов являются смешанные посевы с затеняющими культурами, такими как кукуруза, сахарный тростник, фасоль, бобы. Данный прием позволяет снизить температуру почвы на 5 – 10 ºС (Damagnate, van der Zaag, 1984). Несмотря на высокую температуру воздуха, снижение температуры почвы в области корневой системы картофеля является достаточным условием для формирования столонов, что является предпосылкой клубнеобразования (Struik, 1989). Картофель для ассимиляции углерода не нуждается в интенсивной солнечной энергии. Однако затенение имеет и отрицательное воздействие на формирование урожая картофеля. В условиях затенения рост растений картофеля не прекращается, из-за чего задерживается начало интенсивного клубнеобразования и замедляется процесс накопления урожая (Demagante, van der Zaag, 1988).

Селекция на толерантность картофеля к жаре осложняется тем обстоятельством, что высокотемпературный стресс затрагивает три отдельных физиологических процесса: (1) фотосинтетическую активность, (2) рост ботвы, (3) инициацию клубнеобразования и распределение продуктов фотосинтеза между надземной частью растения и клубнями. Высокая температура воздуха снижает фотосинтетическую активность растений картофеля, в результате чего формируются низкорослые растения (Prange et al., 1990), в то время как для инициации клубнеобразования и накопления урожая нужны хорошо развитые фотосинтетически активные растения (van der Zaag, 1984). Высокая температура воздуха активирует синтез гиббереллинов в растительных тканях. Изменение соотношения концентраций фитогормонов в пользу гиббереллинов сдвигает развитие растений картофеля в сторону роста стеблей, формирования и роста столонов, но задерживает формирование клубней. Таким образом, удлиняется продолжительность роста ботвы и откладывается начало клубнеобразования, приводящее к уменьшению количества сформированных клубней. Продукты фотосинтеза расходуются для роста ботвы, хотя могли бы быть использованы для накопления сухого вещества в клубнях (Gawronska et al., 1992).

Для создания сортов, толерантных к высокой температуре окружающей среды, селекционерам необходимо подбирать исходный материал по двум не связанным друг с другом признакам: жаростойкости ботвы и способности к клубнеобразованию в условиях высокой температуры (Levy et al., 1991).

Рейнолдс и Ивинг (Reynolds, Ewing, 1989) показали, что между этими признаками нет корреляции. Многие дикие виды

Solanum показывают толерантность ботвы к высокой температуре (*S. berthaultii, S. chacoense, S. demissum, S. jamesii, S. kurtzianum, S. papita, S. spegazzinii, S. stoloniferum, S. sucrense*). Растения данных видов в условиях высокотемпературного стресса сохраняют высокую фотосинтетическую активность. Однако, только часть из них способны к нормальному клубнеобразованию в жару (Reynolds, Ewing, 1989). Похожую картину можно наблюдать и в случае с коммерческими сортами картофеля (Ben Khedher, Ewing, 1985). При обратной схеме постановки эксперимента хорошее клубнеобразование исследуемых образцов в условиях жары незначительно совпадало с толерантностью данных растений к тепловому стрессу в полевых условиях. Сильное воздействие жары на листву картофеля в первую очередь приводит к снижению фотосинтетической активности растений (van der Zaag, Doornbos, 1987; Demagante, van der Zaag, 1988). С помощью измерения флюоресценции хлорофилла in vivo (Prange et al., 1990) и в изолированных хлоропластах (Hetherington et al., 1983) было показано, что фотосинтетическая активность падает из-за снижения реакционной способности фотосистемы II (ФС II). В растениях, неспособных переработать фотосинтетически активную радиацию, энергия абсорбированная ФС II не трансформируется в ФС I с последующим выделением CO_2, а чаще всего преобразуется во флюоресценцию.

Толерантность к высокой температуре у картофеля долгое время связывалась с раннеспелостью. Некоторые из раннеспелых сортов, не являясь по настоящему термотолерантными, формируют высокие урожаи в условиях жаркого климата. Они избегают воздействия стрессовых условий с помощью быстрого накопления урожая, до наступления самой жаркой погоды или это воздействие бывает менее продолжительным и тем самым менее вредоносным. Так, номер DT-28 показал более высокую урожайность при относительно раннем начале клубнеобразования и последующем накоплении урожая. Однако наличие термотолерантности у сортов с более поздним сроком созревания показывает, что данный признак не связан с раннеспелостью. В настоящее время исследования, в основном, направлены на идентификацию, изучение и перенос в чувствительные к жаре сорта картофеля генов, способных повысить термотолерантность последних и тем самым обеспечить их продвижение в области жаркого климата.

Недостаток влаги и засухоустойчивость картофеля

В нормальных условиях произрастания у картофельного растения происходит постоянный водообмен с окружающей средой. Интенсивность водообмена зависит как от условий внешней среды, так и от особенностей самого растения. Во многих случаях, особенно в районах с недосттком влаги, он является важнейшим фактором, определяющим урожайность картофеля. Показателями водного режима растения картофеля являются: транспирация, водоемкость, оводненность, водный дефицит, быстрота водообмена и сопротивляемость увяданию (Физиология картофеля, 1979).

Водный стресс является лимитирующим физиологическим фактором, препятствующим выращиванию картофеля во многих странах мира. Рост и развитие картофеля, накопление урожая клубней в значительной степени зависят от влажности почвы. Эта зависимость у картофеля выражена намного сильнее, чем у других видов сельскохозяйственных культур.

Первый период роста и развития картофеля, от посадки до начала бутонизации, является наименее требовательным к влажности почв. Избыток влаги в данный период скорее негативно влияет на картофель. Наиболее требовательным к влаге является второй период, от начала бутонизации до конца цветения. Третий период, от конца цветения до уборки, является более требовательным к влаге по сравнению с первым, но несколько менее, чем второй (Вечер и Гончарик, 1973). Оптимальная влажность почвы для картофеля составляет 70 – 90 % полной влагоемкости (ПВ). Разные почвенно-климатические условия могут менять эти оптимальные показатели влажности почвы для картофеля (Физиология картофеля, 1979).

Морфологические изменения у картофеля наступают уже при понижении содержания влаги в почве до 70 – 85 % ПВ, в зависимости от относительной влажности воздуха (Stark and Wright, 1985). Даже короткое воздействие водного стресса, продолжительностью в один день, может привести к заметным последствиям (Burton, 1981). Проблема обеспеченности водой для нужд земледелия особенно остро стоит в засушливых регионах. Данная проблема также возникает в регионах с достаточным годовым количеством осадков из-за неравномерности их выпадения в течение вегетационного периода. Как правило, в таких регионах система орошения отсутствует. В обоих случаях из-за недостатка влаги снижается продуктивность картофеля и качество получаемых клубней.

В результате исследований, когда влаги поступало меньше, чем дневные её потери в процессе транспирации, выявлена линейная зависимость между количеством почвенной влаги и урожайностью (Shimshi and Susnoschi, 1985). Эта на первый взгляд простая зависимость накладывает отпечаток на многие другие жизненно важные процессы растений. На всех стадиях роста картофеля водный стресс снижает фотосинтетическую активность растений (Burton, 1981) Несравнимо больший ущерб урожаю наносит засуха во время начала клубнеобразования и в период накопления урожая. Недостаток влаги блокирует инициацию роста столонов (Haverkort et al., 1990) и инициацию клубнеобразования (MacKerron and Jefferies, 1988). Чем продолжительней стресс, тем меньшее количество клубней завязывается. В условиях засухи также существенно замедляется рост клубней, завязавшихся до её наступления, приводя к значительному недобору сухого вещества пропорционально силе и продолжительности засухи (MacKerron and Jefferies, 1988).

Неравномерные осадки, когда недостаток почвенной влаги чередуется с нормальным увлажнением, тоже отрицательно сказываются на картофеле. Когда рост клубней задерживается в течение нескольких дней, они как будто «застывают», их базальная часть перестает расти (Iritani, 1981). После восстановления нормального водного режима растений рост апикальной части клубня возобновляется, приводя к образованию клубней с неправильной формой (грушевидность, гантелевидность, наросты в области глазков) и их израстанию. Длительная засуха в период раннего клубнеобразования приводит к истощению запасов крахмала в базальном конце клубня. Из-за разрушения крахмала и накопления редуцирующих сахаров столонный конец клубня становится полупрозрачным или желеобразным, сильно темнеет во время варки (Sowokinos et al., 1985). Более того, быстрый рост клубней, как правило, начинающийся после окончания засухи, приводит к образованию ростовых трещин на клубнях и пустот внутри клубней (Iritani, 1981; MacKerron and Jefferies, 1985).

Существует общепринятое мнение, что сорта картофеля отличаются друг от друга по восприимчивости к засухе. В тоже время все без исключения сорта в значительной степени подвержены негативному влиянию недостатка влаги (van der Zaag and Doornbos, 1987). Например, североамериканский сорт Russet Burbank является чувствительным к водному стрессу, также как и голландский сорт Veenster (Miller and Martin, 1987; Schapendonk et al., 1989), в то время как сорта

Nooksack, Lemhi, Spunta и Desiree являются более устойчивыми (Levy at al., 1988). Сорт Spunta, которому свойственно раннее и быстрое накопление урожая клубней, сохраняет относительно высокий уровень продуктивности в условиях засухи, хотя не является самым продуктивным сортом при выращивании на поливе. Растения данного сорта обладают относительно невысокой сопротивляемостью завядания, во время засухи ботва быстро стареет и отмирает. В то же время сорт Alpha, листья которого обладают хорошей водоудерживающей способностью, показывает относительно низкую продуктивность. Хорошая оводненность растений во время засухи не является гарантом получения высокого урожая клубней. Сорт Up-to-Date сохраняет высокую оводненность во время засухи, несмотря на это урожайность у него ниже, чем у сорта Spunta (Shimshi and Susnoschi, 1985). Представленные данные были подтверждены экспериментом, где ингибирование транспирации не влияло на урожайность, хотя и повышало эффективность использования воды (Stark and Dwelle, 1989). Сорт Desiree, показывающий хорошую продуктивность в засушливых условиях выращивания, обладает высокой фотосинтетической активностью как при нормальном увлажнении, так и под воздействием водного стресса. В то же время у данного сорта под воздействием водного стресса происходит заметное снижение накопления продуктов фотосинтеза в ботве и клубнях (Shimshi and Susnoschi, 1985). Таким образом, можно выделить сорта, пригодные для возделывания в засушливых условиях, которые избегают периода наиболее сильного воздействия стресса с помощью раннего клубнеобразования и последующего быстрого накопления урожая. Другие сорта, как Cara и Up-to-Date, обладают толерантностью к засухе.

Одним из объяснений сильной чувствительности картофеля к засухе может быть относительно поверхностное расположение корневой системы и неспособность корней картофеля пробиться сквозь плуговую подошву (Bishop and Grimes,1978; Miller and Martin, 1987). Хорошая подготовка подпочвы дает возможность корням картофеля проникнуть на 0,5 м глубже, что в свою очередь помогает растениям картофеля лучше выдержать недостаток влаги (Miller and Martin, 1987).

В результате водного стресса снижается фотосинтетическая активность картофеля. Но в отличие от теплового стресса, активность ФС II или ФС I не снижается, а происходит ингибирование ферментов цикла Кальвина (Shapendonk et al., 1989). Растение картофеля на водный дефицит реагирует немедленным закрытием устьиц, что помогает снизить потери воды через транспира-

цию. Закрытие устьиц также перекрывает доступ в растения CO_2, необходимого для процесса фотоассимиляции (van Loon, 1981; Bansal and Nagarajan, 1987). Однако в течение первых 3 дней устьица остаются частично открытыми и скорость поступления CO_2 до критического уровня снижается постепенно. В данных условиях проявляется отчетливое ингибирование ферментов цикла Кальвина. Наиболее сильное ингибирование отмечено у сортов чувствительных к засухе (Shapendonk et al., 1989). Засуха может привести к частичному обезвоживанию цитоплазмы, что, в свою очередь, может вызвать электролитический дисбаланс. При этом полное высыхание цитоплазмы не наступает.

Изучение молекулярно-генетических механизмов засухоустойчивости картофеля сталкивается с целым рядом трудностей. Частично это связано с тем, что недостаток влаги одновременно влияет на разные процессы роста и развития картофеля: фотосинтетическую активность, инициацию образования столонов и клубней, распределение углерода и накопление урожая. Более того, засуха, как правило, сопровождается тепловым стрессом, что затрудняет ее изучение. На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что засухоустойчивость картофеля – это явление, характеризующее растение в целом, и имеющие полигенный характер наследования.

Влияние холода на рост и хранение картофеля, толерантность к низкой температуре

Картофель весьма чувствителен к действию отрицательных температур. Мороз может привести к повреждению и гибели ботвы, ослащению и гибели клубней.

Существующие сорта картофеля способны выдержать до – 3 ºC мороза. При температуре ниже – 4 ºC в межклеточном пространстве формируются микрокристаллы льда, которые разрушают клетки (Li et al., 1981). Основная причина гибели клеток заключается не в воздействии отрицательных температур, а в образовании микрокристаллов льда. При переохлаждении листьев картофеля до –6,9 ºC без образования льда клетки не погибали (Rajashekar et al., 1983). Микрокристаллы льда образуются из воды, которая во время замораживания медленно просачивается из цитоплазмы. Необратимое повреждение листовой ткани также может наступить и без образования льда, а в результате индуцированного холодом обезвоживания.

Все сорта *S. tuberosum*, а также большинство диких клубнеобразующих видов *Solanum*, являются чувствительными к отрицательным температурам. Однако обнаружен ряд видов, которые являются более морозостойкими. Например, растения видов *S. acaule, S. commersonii, S. multidissectum, S. chomatophilum, S. boliviense, S. megistacrolobum* and *S. sancta-rosae* могут выдержать мороз от –4 ºC до –6 ºC. Среди них наиболее морозостойким является вид *S. acaule* (Chen and Li, 1980a). Морозостойкость некоторых видов *Solanum* может быть повышена путем акклиматизации к холоду. Предварительное выдерживание растений картофеля в условиях низких положительных температур и короткого светового дня на 3 – 7ºC понижает критическую температуру гибели ботвы (Li and Fennell, 1985). К примеру, чувствительные виды *S. opolocense* и *S. polytrichon* после закаливания выдерживают соответственно –8 ºC и –6 ºC градусный мороз. Морозостойкость толерантных к холоду видов *S. acaule, S. multidissectum, S. chomatophilum* после акклиматизации повышается до –9ºC, а в случае *S. commersonii* до –11,5ºC. Чувствительные к отрицательным температурам сорта *S. tuberosum* не обладают способностью акклиматизации к холоду.

Молекулярно-генетический механизм толерантности растений к холоду до конца неясен. У ряда видов растений во время акклиматизации к холоду в цитоплазме происходт накопление пролина и моносахаридов (Chen and Li, 1980b). У картофеля во время закаливания повышается содержание и сахаров, и крахмала. Наиболее сильно содержание сахаров повышается у *S. commersonii*. Однако сахара сами по себе не могут способствовать повышению морозостойкости картофеля. Сорта *S. tuberosum*, также в значительной мере накапливающие сахара в условиях низкой положительной температуры и короткого светового дня, остаются чувствительными к морозу. Более того, не обнаружено зависимости между количеством сахаров, накопленных во время акклиматизации, и минимальной температурой, которую растение может выдержать после закаливания. Исключение составляет вид *S. commersonii*, у которого существует прямая зависимость степени закаленности растений от количества накопленных в течение акклиматизации сахаров. Таким образом, должны быть еще другие факторы, повышающие морозостойкость картофеля на фоне его закаливания.

В поддающихся закаливанию видах *Solanum* в процессе акклиматизации повышается содержание растворимых белков. Степень

приобретенной морозостойкости пропорциональна содержанию белков (Li and Fennell, 1985). Во время акклиматизации к холоду меняется соотношение фитогормонов: в закаливаемых видах растет концентрация АБК и снижается концентрация ГК. У закаливаемых видов картофеля повышение концентрации растворимых белков может быть вызвано с помощью обработки АБК. Таким образом, повышения морозостойкости данных видов картофеля можно добиться с помощью обработки АБК (Chen et al., 1983). Закаливание некоторых других видов растений вызывало накопление растворимых дегидринов (LEA, Rab) (Thomashow et al., 1991). Можно предположить, что картофельные гомологи этих белков могут обеспечить повышение морозостойкости у закаливаемых видов картофеля.

Воздействие холода на клубни картофеля приводит к их ослащению. При длительном воздействии мороза клубни погибают. Например, при –6 ºС гибель наблюдалась через 8 часов, а при –9 ºС уже через 1 час. В определенных условиях клубни способны переохлаждаться и выносить без вреда температуру до –7 ºС. По-видимому, этим объясняется сохранение жизнеспособности клубней, оставшихся в почве на зиму под снегом (Физиология картофеля, 1979).

Хранение урожая картофеля при низких температурах (3 ºС – 6 ºС), обеспечивающих хорошую сохранность клубней, приводит к существенным физиологическим изменениям последних. Данные изменения делают клубни непригодными для переработки (чипсы, картофель фри и др.). Во-первых, происходит распад крахмала и накопление редуцирующих сахаров. Во время термической обработки таких клубней (варка, жарка) редуцирующие сахара взаимодействуют с аминокислотами, в результате чего появляется нежелательная темно-коричневая окраска продукта (реакция Милларда) и неприятный сладковатый вкус (Shallenberger et al., 1959). Вызванное холодом ослащение клубней является сортоспецифичным признаком. Однако при длительном хранении клубней на холоде содержание моносахаридов повышается у всех сортов без исключения.

В основе процесса индуцированного холодом ослащения клубней лежит фосфорилитическое расщепление крахмала до глюкозо-1-фосфата при участии фосфорной кислоты. В данном процессе участвуют разные фосфорилазы, которые при повышении температуры хранения клубней также осуществляют синтез крахмала (Физиология картофеля, 1979; Sowokinos et al., 1985). Глюкозо-1-

фосфат превращается в фруктозо-6-фосфат и в дальнейшем в сахарозу. В превращении участвуют уридинфосфатглюкозо-пирофосфорилаза (УДФГПФ), фруктозо-6-фосфатсинтетаза (ФФС), и две гексофосфат изомеразы. Сахарозу синтезирует сахарозо-6-фосфатсинтаза, редуцирующие сахара – любые находящиеся в цитоплазме инвертазы (Sowokinos et al., 1990a, b).

В основе низкотемпературной индукции фосфорилитического расщепление крахмала лежит изменение концентрации ионов фосфорной кислоты в результате их перетекания в крахмалсодержащие органеллы. Передвижение неорганического фосфора из вакуолей в цитозоль и амилопласты может быть вызвано повреждением или ослаблением мембран. На холоде мембраны становятся более жесткими, то есть менее текучими и более проницательными для ионов (Walker et al., 1991). Влияние холода на пропускную способность мембран картофеля является сортоспецифичным признаком. Чувствительные к ослащению клубней сорта отличаются повышенной пропускной способностью электролитов при 3 ºС по сравнению с устойчивыми сортами (Sowokinos et al., 1990a). Таким образом, состав мембран и их способность сохранять целостность при низких температурах может определять степень устойчивости сорта к расщеплению крахмала и накоплению сахаров при хранении клубней на холоде.

Восприимчивость сортов к низкотемпературной индукции ослащения клубней напрямую зависит от индукции УДФГ ПФ и ФФС в условиях низкой температуры. У восприимчивых сортов активность вышеупомянутых ферментов возрастает наиболее значительно. В случае устойчивых сортов активность ферментов возрастает незначительно (Sowokinos et al., 1990a, b). Остается непонятным когда индукция генов, кодирующих эти белки, зависит от аллельной изменчивости генов кодирующих УДФГ ПФ и ФФС, а когда от наличия каких-то эффекторов, регулирующих их экспрессию.

Повреждения растений, вызываемые неблагоприятными условиями внешней среды

Возникновение неинфекционных (функциональных, непаразитарных) заболеваний картофеля связано с нарушением питания, условий выращивания и хранения, с механическими повреждениями клубней и растений. Эти болезни выражаются в снижении всхожести, отклонениях в развитии растений, в появлении различных пятен, изменений в окраске, форме клубней и т. д. и при-

водят к снижению урожая, потере товарных и сортовых качеств картофеля. Неинфекционные болезни, как правило, обратимы, т. е. при нормализации факторов среды жизнедеятельность и внешние признаки растений картофеля восстанавливаются в течение одной или нескольких генераций.

Определить заболевания, вызываемые недостатком того или иного элемента питания трудно, не имея опыта и без специальных агротехнических анализов. Поэтому агрономам хозяйств, владельцам приусадебных и дачных участков, фермерам необходимо обращаться за консультациями к специалистам.

Недостаток калия (бронзовость листьев). Особенно сильно выражен на пойменных и торфяных почвах. Причина заболевания растений – накопление в клетках аммиачного азота при недостатке калия. Часто оно возникает после известкования почвы, так как этот прием увеличивает потребность растений в калии. Жаркая и сухая погода усиливает симптомы недостатка этого элемента. Первый признак заболевания проявляется в ненормальной темно-зеленой окраске растений в ранний период роста. Затем листья становятся жесткими, приобретают бронзовый цвет, резко выделяются и перестают расти жилки, от чего они становятся морщинистыми и закручиваются книзу (рис. XXIXа). При остром голодании ботва засыхает. Для снижения вредоносности заболевания рекомендуется при первых признаках калийного голодания провести подкормку растений картофеля калийными удобрениями по нормам, рекомендованным агрохимлабораториями.

Избыток или недостаток в почве азота. В первом случае растения характеризуются избыточным ростом, интенсивной зеленой окраской, часто полегают. У них растянутый период вегетации и запоздалое клубнеобразование, что может привести к снижению урожая. При недостатке азота, особенно на песчаных почвах, растения приобретают желтую окраску, отстают в росте. Снижаются урожай и качество клубней.

Недостаток фосфора задерживает рост и развитие картофеля, ослабляется ветвление. Окраска листьев становится менее интенсивной, и они располагаются под углом к стеблю. Во время клубнеобразования на кончиках нижних листьев появляется узкая полоска темно-коричневого цвета. В мякоти клубней видны отдельные ржаво-бурые пятна, которые радиально расходятся от центра в виде полос. Недостаток фосфора в растениях картофеля отмечается чаще всего на кислых суглинистых и глинистых дерново-подзолистых почвах. Известкование их ослабляет симптомы заболевания.

Избыток или недостаток бора. Избыток в почве этого микроэлемента вызывает задержку всходов, ослабление роста растений, хлороз. Заболевание развивается в засушливые годы. При достаточном выпадении осадков или своевременном поливе растения выправляются.

Недостаток бора чаще всего наблюдается на песчаных и супесчаных почвах и сопровождается отмиранием точек роста и усилением развития боковых побегов. В результате этого междоузлия становятся короче, и куст кажется приземистым и густым. Сильное голодание обусловливается появлением антоциана. На клубнях, размер которых уменьшается, возникают трещины и побурение мякоти. Снижается устойчивость растений к болезням.

Недостаток меди может проявляться на торфяно-болотных почвах. Выражается в задержке роста, развития растений, снижении урожая. Медные удобрения способствуют повышению выносливости растений к неблагоприятным условиям среды и болезням.

Недостаток марганца отмечается у растений картофеля на карбонатных, переизвесткованных, торфяных почвах, когда pH выше 6 – 6,5. При этом развивается хлороз листьев, вначале между жилками. Сильно выраженное голодание вызывает образование некротических пятен на листьях, замедление или остановку роста растений, снижение продуктивности.

Недостаток магния приводит к тому, что окраска растений становится светлой. Первыми поражаются нижние листья. Исчезновение зеленой окраски начинается с верхушки и краев листьев и прогрессирует между жилками в направлении к центру листовой пластинки (рис. XXIXб). При сильном голодании поражается все растение, за исключением верхушки. В результате содержание крахмала в клубнях картофеля снижается на 1 – 3 %. Недостаток магния снимается внесением в почву магниевых удобрений и опрыскиванием растений смесью бордоской жидкости и сернокислым магнием или 2 – 3 %-ным раствором сернокислого магния.

Избыток хлора создается в почве при систематическом внесении хлористого калия. Присутствие в почве свыше 0,005 % хлора отрицательно сказывается на растениях. Доли листьев становятся узкими, края их заворачиваются кверху, снижается содержание хлорофилла, развивается хлороз.

Кальциевое голодание. У верхушечных листьев розовеют основные доли. Листья свертываются воронкой, утонча-

ются, края их становятся слегка волнистыми (рис. XXIXв). Растения отстают в росте.

Цинковое голодание. Недостаток цинка проявляется в виде точечных некротических пятен на нижней стороне листовой пластинки и хлороза оснований листовых долей, распространяющегося к их верхушке. В тяжелых случаях растения угнетаются, листья увядают и засыхают. Урожай клубней резко снижается.

Коричневая пятнистость стеблей. Наблюдается чаще всего на песчаных, супесчаных, торфяно-болотных закисленных почвах, в которых накапливается большое количество железа, алюминия, марганца. Растения становятся стекловидными, хрупкими, постепенно засыхают. На стеблях появляются темные продольные штрихи и полосы, постепенно переходящие на черешки листьев. При сильном развитии болезни начинается некроз внутренних частей стебля. Длительное выращивание картофеля на закисленных почвах ухудшает качество семенного материала. При обнаружении заболевания нужно снижать кислотность почвы путем внесения весной под вспашку мергеля или доломитовой муки (1,5 – 2 т/га), а в период вегетации подкармливать растения сернокислым магнием (30 кг/га) и азотными удобрениями.

Болезни, вызываемые загрязнением воздуха. Загрязнение воздуха вредными примесями вызывает развитие некрозов на листьях. Листья приобретают бронзовую окраску и закручиваются вверх. При сильном повреждении они становятся хлоротичными, желтеют и отделяются от стебля. Растения часто погибают, что ведет к значительному снижению урожая.

Причиной поражения растений является то, что загрязнение воздуха изменяет фотохимическое окисление веществ. Кроме того, в загрязненном воздухе содержится ряд фитотоксических соединений. Имеются сведения о том, что появление пятнистостей на листьях связано с наличием в воздухе больших количеств SO_2, смеси O_2 с озоном, NO_2, фтористой кислоты, хлора, этилена.

Повреждение гербицидами. Растения картофеля очень чувствительны к гербицидам из группы регуляторов роста: 2,4-Д, 2М-4Х, а также к прометрину, симазину. Повреждения происходят чаще всего в двух случаях: при запаздывании с довсходовыми обработками и при сносе ветром гербицидов в случае обработки других полей. Основными признаками повреждения растений картофеля гербицидами являются следующие: изменение формы листовой пластинки (редукция или папоротниковость, неправильное (веерообразное) жилкование листьев, разнообразные деформации – эпинастия, курчавость, скручивание, общее угнетение роста и развития, некрозы (рис. XXX). Клубни при этом мелкие, уродливые. Повреждения гербицидами особенно нежелательны на семенных посевах, так как они затрудняют проведение отборов и фитопрочисток.

10. ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛУБНЕЙ

Потемнение мякоти

Потемнение мякоти возникает вследствии высоких температур при хранении клубней или их удушении от недостатка кислорода. Средняя часть клубня сморщивается, может трескаться, в мякоти клубня появляются сероватые или черные пятна. На поверхности могут появляться мокрые участки. Повреждения могут также наступить в результате пребывание клубней в сухой перегретой почве после отмирания (удаления) ботвы, контакта с нагретой поверхностью после уборки, перегрева (более 40 ºС) при перевозке или при хранении, а также в результате удушения клубней при хранении в высоких буртах при недостаточной вентиляции. На пораженных частях поселяются бактерии, вызывающие мокрую гниль.

Серая пятнистость

Если при уборке, перевозке или закладке на хранение клубни подвергаются ударам, то в их тканях могут образовываться серые пятна. На наружной поверхности клубня такие удары следов не осталяют. К значительному развитию серой пятнистости предрасполагают также слишком ранняя уборка картофеля, недостаточная обеспеченность растений калийными удобрениями и передозировка азота. Серая пятнистость сильнее проявляется у богатых крахмалом сортов. При варке серые пятна чернеют.

Удушение клубней

Основная причина удушения – острый недостаток воздуха в почве или при хранении. Удушение клубней особенно часто бывает на тяжелых переувлажненных и сильно уплотненных почвах, в годы с обильным выпадением осадков, во время транспортировки при повышенной температуре без доступа воздуха, а также при хранении клубней с большой примесью влажной земли высокой насыпью и недостаточной вентиляции. На поврежденных клубнях увеличиваются в размере чечевички, они приобретают вид белых рыхлых бугорков. В нормальных условиях хранения картофеля бугорки постепен-

но исчезают и на их месте остаются небольшие пятнышки. На воздухе разложившаяся ткань буреет медленно, что отличает удушение клубней от их подмораживания. Мякоть их становится рыхлой, кашицеобразной и издает неприятный спиртовой запах. На разложившейся ткани поселяются гнилостные бактерии – возбудители мокрой бактериальной гнили. Партии картофеля с признаками почвенного удушения следует убирать отдельно для использования в первую очередь.

Удушение клубней может проявиться не в период уборки, а только спустя 1 – 2 недели после нее. В этом случае заболевание визуально не выявляется и необходимы специальные методы диагностики. Замедлить развитие болезни можно усиленной аэрацией картофеля сразу же после уборки и быстрым его подсушиванием.

Переохлаждение и подмораживание клубней

При температурах, близких к 0 °С, поверхность клубня становится мягкой, влажной, глазки отмирают. Мякоть на разрезе клубня выглядит сероватой, с буроватыми точками и пятнами (рис. XXXI).

При более низких температурах в клетках клубня образуются кристаллики льда, клетки разрушаются. При оттаивании картофель «течет». Мякоть клубней – водянистая, стекловидная, на воздухе быстро краснеет, затем темнеет. На таких клубнях вскоре развивается мокрая гниль, вызываемая гнилостными бактериями и грибами.

Партия картофеля, в которой имеется даже небольшая примесь переохлажденных и подмороженных клубней, непригодна для хранения и должна быть как можно скорее переработана.

Железистая пятнистость, или ржавость клубней

В мякоти клубня образуются ржаво-коричневые пятна различной величины и формы. Большая часть их располагается вблизи сосудистой системы (по периферии сердцевины – рис. XXXIIа). Основной причиной ржавости клубней следует считать недостаток фосфора в почве. Заболевание связано также с усиленной деятельностью окислительных ферментов в клубне, вызванной избыточным накоплением в растении железа и алюминия при недостатке кальция. Железистая пятнистость особенно часто наблюдается на песчаных почвах, в годы с сухой и жаркой погодой. Ржавость клубней развивается только в поле, в период роста клубней, при хранении не прогрессирует.

Дупловатость клубней

Внутри клубня образуются пустоты различной величины и конфигурации. Полость дупла покрыта кожицей кремового или светло-коричневого цвета (рис. XXXIIб). Наиболее частая причина дупловатости – неравномерный рост клубней при избытке почвенной влаги и азотных удобрений (быстрый рост наружных и слабый рост внутренних тканей, вследствие чего происходит их разрыв и образование дупла). Наиболее часто поражаются крупные клубни. При проникновении в дупло гнилостных бактерий начинается загнивание клубня.

Деформация клубней

Деформация (двойниковый рост, уродливые образования) обычно возникает в результате неблагоприятно складывающихся во время вегетации погодных условий, когда начавшееся вследствие засухи преждевременное созревание клубней прерывается обильными осадками, и клубни снова начинают расти (рис. XXXIIв). В таких клубнях снижается содержание крахмала, они плохо хранятся, легко загнивают.

Вторичный рост

Вторичный рост часто наблюдается, когда во время вегетации имеет место длительная засуха, заканчивающаяся обильными дождями. Вторичные клубни образуются на местах глазков. Склонность к израстанию (рис. XXXIIг) и образованию «деток» (рис. XXXIIд) является сортовым признаком, и чаще проявляется у поздних сортов.

Позеленение клубней

Происходит вследствии действия света на клубень. Степень позеленения зависит от количества попавшего света. В мякоти и кожуре клубня под действием света образуются хлорофилл и соланин. Из-за токсичности последнего позеленевшие части клубня нельзя употреблять в пищу или на корм скоту. Позеленевший картофель пригоден к посеву.

Красное или синее окрашивание мякоти клубня

На разрезе обнаруживается красное или синеватое окрашивание мякоти клубня – особенность, присущая некоторым сортам с розовой или синеватой окраской кожуры (рис. XXXIIе). Связано

оно с тем, что содержащееся в кожуре красящее вещество распространяется и на внутреннюю часть клубня, особенно верхушечную, как наиболее молодую, растущую. На качество клубней такое окрашивание не влияет – они пригодны и для еды, и для посева.

Растрескивание клубней

Растрескивание клубней (ростовые трещины) и сетчатость кожуры. В период вегетации картофеля сравнительно глубокие трещины возникают обычно как следствие нарушений роста клубней при неравномерном поступлении питательных веществ из-за резких колебаний влажности почвы (обильные дожди или поливы после длительной засухи). Такие клубни быстро загнивают при хранении.

При сетчатом растрескивании на поверхности клубня образуются мелкие трещины или сетка из неглубоких трещин, затрагивающих только пробковую кожуру и примыкающие к ней ткани. Такое поражение проявляется на отдельных сортах с более толстой («дубовой»). кожурой. Вызывается оно также главным образом почвенными и погодными условиями: плодородная и богатая азотом почва, резкая смена ее влажности и др. Большого вреда клубням не причиняет.

Механические повреждения

Современная индустриальная технология производства картофеля основана на концентрации, специализации картофелеводства и комплексной механизации его возделывания, уборки, подработки и реализации. В этих условиях на всех этапах возрастает количество механических травм клубней, что, в свою очередь, увеличивает возможность поражения их патогенными грибами и бактериями и существенно снижает выход и качество товарного и семенного картофеля.

При механическом воздействии на клубни под кожицей разрушаются и отмирают ткани (рис. XXXIIж). Наибольшее количество глубоких повреждений в клубнях отмечается после уборки. Даже при среднем уровне механизации во время уборочных работ повреждается до 30%, при транспортировке – до 3, складировании – до 3, сортировании – до 10% клубней. Степень повреждения сортов неодинакова – от 5 до 40 %. Так, в Белоруссии менее всего при комбайновой уборке повреждается Лошицкий, наиболее чувствительны к механическим воздействиям Кандидат, Разваристый, Павлин-

ка. Поэтому устойчивость к механическим повреждениям является одним из важнейших критериев отбора сортов для промышленного производства картофеля. Селекция сортов для машинной уборки должна проводиться с учетом урожая, степени однородности клубней по величине, форме, твердости кожуры и мякоти клубней, их эластичности, прочности ботвы, столонов, морфологических и физиологических характеристик ботвы. Задача селекции – максимальное уменьшение доли мелких клубней в урожае. Оптимальный размер клубней в урожае 40 – 70 мм, они должны быть однородными по форме. Процент повреждений прямо зависит от величины клубней: менее 40 мм – 10 – 20 %, более 70 мм – 70 – 80 %.

Характер механических травм определяется рядом свойств клубней: твердостью, прочностью кожуры и мякоти, содержанием крахмала, тирозина, фенолазы. Установлено, что плотность клубней и их устойчивость к травмированию при волочении возрастает с увеличением содержания в них крахмала и пектинов, а упругость, по-видимому, в большей степени зависит от содержания в клубнях сухого вещества. В свою очередь механические повреждения при машинной уборке приводят к нежелательному изменению в содержании сахаров в клубнях, что ухудшает качество продуктов переработки картофеля. На склонность клубней к травмированию оказывают также влияние размеры их клеток. Имеющиеся в литературе данные указывают на высокодостоверные различия по этим показателям у различных сортов, которые обусловлены в большей мере свойствами сорта, чем условиями выращивания. Путем статистического анализа установлено, что в фенотипической вариабельности устойчивости сортов картофеля к механическим повреждениям роль факторов распределяется следующим образом: влияние генотипа – 72,69 %, условия выращивания – 15,04 %, остальные факторы – 12,26 %. Повреждаемость клубней более чувствительных генотипов по сравнению с менее чувствительными в значительной мере зависит от погодных условий и местообитания.

Отмечено, что на легких и сухих почвах наружные травмы клубней и потемнение мякоти вследствие удара встречаются чаще на 25 %, чем при выращивании картофеля на глинистых и суглинистых почвах. Плохая подготовка почвы, особенно сухой, к посадке способствует увеличению доли клубней с механическими повреждениями. Тяжелые и каменистые почвы искажают форму клубней, слишком глубокая или неравномерная посадка

также увеличивает число возможных травм. На повреждаемость клубней оказывает влияние и концентрация основных элементов в почве, их соотношение. Избыток азотных удобрений повышает содержание тирозина и снижает их устойчивость к травмированию. Калий и фосфор, наоборот, увеличивают их устойчивость. Сбалансированное питание усиливает сопротивляемость картофеля механическим воздействиям.

При высокой концентрации воды в клубнях происходит их растрескивание, возникают внутренние повреждения, незаметные снаружи. Вялые клубни часто имеют потемнение мякоти, особенно при повышенном содержании в них крахмала и тирозина.

Температура – один из основных факторов, влияющих на процент повреждений. Клубни меньше травмируются при 14 – 18 °С. При отклонениях температуры от оптимальной, а также при повышении влажности почвы доля поврежденного картофеля возрастает в геометрической прогрессии. Уборку картофеля следует проводить при температуре не ниже 10 °С. В октябре после холодных ночей работы по уборке картофеля необходимо начинать утром после 10 ч, при этом максимально использовать теплое вечернее время.

Для того, чтобы на клубнях образовалась кожица из опробковевших клеток, после выкопки они некоторое время должны обсохнуть в поле и подвергнуться действию света. Этому физиологическому требованию соответствует раздельный способ уборки, обеспечивающий также ряд экономических преимуществ. Подсушенный, со сформированной кожицей картофель лучше хранится по сравнению с картофелем, заложенным на хранение сразу после уборки комбайном.

Степень механических повреждений может быть уменьшена при усовершенствовании техники уборки и дальнейшей обработки клубней, а также при уборке, сортировке и хранении в благоприятных условиях. Основной способ снижения травм – применение машин с медленно движущимися и защищенными рабочими органами, а также обеспечение минимальных перепадов высот на пути движения клубней. При погрузке высота их падения не должна превышать 0,5 м. Повреждение клубней происходит и под давлением верхнего их слоя в насыпи. Особенно сильно этот процесс проявляется при складировании выращенного в сухие годы картофеля. В нижней части насыпи у круглых клубней одинакового размера бывает по 3, у клубней другой формы – по 2 – 5 точек повреждения. Деформацию клубней под воздействием нагрузок отмечали уже через 2 недели после закладки на хранение.

Также помогает обработка клубней химическими препаратами во время уборки или сортировки. Для этой цели, в частности, применяют препарат Текто (д. в. тиабендазол) с расходом 90 мл/ т. Препарат проникает на глубину до 5 мм, защищая таким образом клубни с механическими повреждениями.

11. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КАРТОФЕЛЯ

Определение болезней проводят как по внешним, морфологическим, признакам, так и лабораторными методами с использованием иммуно-ферментного анализа и методов изучения структуры генома (полимеразно-цепная реакция (ПЦР), гибридизация, ПЦР в реальном времени, и т. д.).

Идентификация по внешним признакам, как правило, не требует специального оборудования, за исключением, разве что, микроскопа. К сожалению, однако, многие заболевания (например, вирусные) могут внешне не проявляться, но, тем не менее, вызывать значительные потери урожая. Для идентификации таких заболеваний применимы только лабораторные методы исследований. Они часто более точны и дают быстрый ответ, но для работы требуется дорогостоящее оборудование и высокая квалификация персонала.

Идентификацию по внешним признакам значительно удобнее проводить, используя специальные определители (по внешним признакам, определитель болезней и повреждений клубней, и т. д.). Ниже приведен один из наиболее полных и удобных в работе определителей болезней растений по внешним признакам.

Определитель болезней и повреждений картофеля по внешним признакам

Определение болезней и повреждений картофеля основано на сопоставлении наиболее заметных признаков на имеющемся пораженном растительном материале с описаниями симптомов, приведенных в определителе. Признаки болезней и повреждений разделены по типам поражения и поражаемым органам растений. Если признаки определяемого поражения не совпадают с содержанием пункта, следует перейти к пункту, указанному в скобках. При совпадении признаков переходят к следующему по порядку пункту, доходя до пунктов с названиями болезней или повреждений. Прочитав все описания поражений до следующего пункта со скобками, надо решить, признаки какого из них наиболее полно совпадают с признаками определяемого поражения. В том случае, если имеется растение с двумя или более типами поражений (например, некрозы и деформации), то определение следует вести по наибо-

лее характерному признаку, и если после этого остались сомнения в правильности определения, то определить еще раз по другому признаку. Результаты обоих определений должны совпасть.

При определении могут встретиться трудности, обусловленные сходством признаков некоторых инфекционных болезней и непаразитарных повреждений, в частности – от недостатка или избытка в почве некоторых питательных элементов. В этих случаях важно знать, как именно расположены пораженные растения в поле. Если они разбросаны беспорядочно, более или менее равномерно по всему полю, наиболее вероятно, что речь идет об инфекционных болезнях. Размещение пораженных растений куртинами, пятнами и полосами в зависимости от микрорельефа поля, обработки почвы или внесения удобрений говорит в пользу непаразитарного характера поражения. Иногда бывает необходим простейший анализ сока растений на содержание важнейших элементов. В случае затруднения с диагностикой болезней картофеля по внешним признакам следует провести дополнительную идентификацию возбудителей инструментальными методами (например, с помощью микроскопа).

1 (72) Поражены надземные части растения.
2 (40) Разнообразные пятнистости, изменения окраски, налеты на стеблях и листьях. Общее увядание, резкие деформации и новообразования отсутствуют.
3 (32) Поражены листья.
4 (21) Листовая пластинка без мин и выгрызов.
5 На листьях некротические пятна, иногда листья или их доли отмирают полностью.
6 Пятна от светло-бурых до черных, различного размера и формы, чаще угловатые, четко ограниченные. Нижние листья часто отмирают полностью и повисают. Некрозы сопровождаются мозаикой и морщинистостью, иногда почернением жилок с нижней стороны – **Полосчатая мозаика** (рис. XIVa)
7 Пятна темно-бурые, расплывчатые. С нижней стороны на границе больной и здоровой тканей слабовыраженный белый налет – **Фитофтороз** (рис. I)
8 Пятна бурые, сухие, округлые с концентричностью. Часто в местах выпадения сухой ткани образуются отверстия. Большое количество пятен приводит к засыханию листа – **Альтернариоз** (рис. II)
9 Пятна темно-бурые, без концентричности, располагаются в основном с краю листовой пластинки. Подсохшие части листа свернуты трубкой. Ткань между жилками буреет, налет отсутствует – **Альтернариоз** (рис. II)
10 Налета нет, окраска листьев изменена.
11 (19) Края долей без особых изменений.
12 (14) Неравномерность окраски листьев в пределах зеленого тона.
13 На листьях мелкие светло-зеленые, неясно ограниченные пятнышки, особенно между жилками. Общий тон окраски листьев светлее нормального, без блеска – **Крапчатость** (рис. XV)
14 (20) На листьях желтые пятна или общее пожелтение (хлороз) в различной степени.
15 На листьях яркие желтые пятна различного размера и формы, чаще всего ограниченные жилками – **Аукуба-мозаика** (рис. XV г)
16 Пожелтение верхних листьев сопровождается их антоциановой (розово-фиолетовой) окраской и складыванием вдоль средней жилки – **Недостаток кальция** (кальциевое голодание – рис. XXIX в)
17 Пожелтение листьев сопровождается побурением междужилковой ткани у оснований долей – **Недостаток магния** (магниевое голодание – рис. XXIX б)
18 Пожелтение листьев сопровождается их огрубением и скручиванием вдоль средней жилки, особенно в нижних ярусах, иногда наблюдается антоциановое окрашивание нижней стороны листа – **Скручивание листьев** (рис. XIII)
19 Края долей листа загнуты вниз, отмирают. Жилкование резкое, часто морщинистость. Лист приобретает цвет окисленной бронзы – **Недостаток калия** (бронзовость листьев – рис. XXIX а)
20 На листьях множество мелких, часто сливающихся белых пятен, напоминающих мраморный узор («мраморность»). Листья оплетены паутиной. В дальнейшем они желтеют и засыхают – **Паутинный клещ** (рис. XXVI)
21 Листовая пластинка минирована или с выгрызами.
22 (24) Листовая пластинка минирована. Выгрызов нет.
23 Мины широкие. Экскременты сконцентрированы в одном месте. Внутри мины шестнадцатиногие (длиной 13 мм), желтоватые, грязно-белые или зеленовато-серые гусеницы с коричневой головой – **Картофельная моль**
24 (27) Изменения в виде скелетирования.
25 Вредят: жук длиной 4 – 7 мм, тело полушаровидное, рыжеватое, на теле 28 черных пятен разной величины; личинка дли-

ной 5 – 6 мм, желтоватая, покрытая шипами, имеет три пары коричневых ног – **Картофельная коровка (эпиляхна)**

26 Вредят гусеницы длиной до 32 мм с 3 парами брюшных ног, зеленоватого или зеленовато-желтого цвета с восемью светлыми продольными линиями на верхней стороне тела и бледно-желтой полоской по бокам вдоль линии дыхалец. Гусеницы могут также выедать в листьях окошечки, оставляя нетронутым эпидермис с противоположной стороны или объедать листья с краев – **Совка-гамма**

27 Изменения в виде объедания или дырчатого выедания листьев. Часто повреждаются также черешки и молодые части стеблей.

28 (30) Повреждают жуки и личинки.

29 Жуки длиной 7 – 12 мм, короткоовальные, желтые с темными пятнами на голове. Вдоль каждого из надкрылий проходят пять узких черных полос. Личинки длиной 0,5 – 2,5 мм, красные, красновато-оранжевые или оранжево-желтоватые. Голова, затылочный щиток и два ряда бугорков по краям тела и ноги – черные – **Колорадский жук** (рис. XX)

30 Объеденные листья оплетены паутиной.

31 Вредят серо-зеленые гусеницы с темными спинными и зеленовато-желтыми боковыми продольными полосами. Гусеницы удлиненно-цилиндрической формы, с 3 парами грудных и 5 парами спинных ног, длиной до 35 мм – **Луговой мотылек**

32 Изменены листья и стебли.

33 На стеблях коричневато-серые сухие продолговатые пятна. На листьях округлые пятна с концентричностью – **Альтернариоз** (рис. II)

34 На стеблях отдельные или сплошные удлиненные коричневые полосы. На листьях темно-бурые расплывчатые пятна со слабым налетом внизу – **Фитофтороз** (рис. I)

35 Изменения в виде различных деформаций листьев и стеблей (эпинастия, курчавость, скручивание, редукция, папоротниковость, неправильное жилкование), образования некрозов, пожелтения жилок листа, угнетения роста и развития растения – **Повреждение гербицидами** (рис. XXX)

36 (47) Изменения в основном на стеблях.

37 На нижней части стебля беловато-черный или слегка буроватый налет в виде пленки или войлока. Стебли не загнивают – **Ризоктониоз – белая ножка** (рис. III)

38 На стеблях, чаще всего в месте прикрепления черешков или у основания, точечные некрозы, развивающиеся в овальные или удлиненные коричневатые пятна, погруженные в ткань, но с четкими границами. Часто пятна охватывают стебель, и он переламывается. На больной ткани – мелкие (до 1 мм) черные или темно-коричневые образования – пикниды гриба-возбудителя – **Фомоз – стеблевая форма**

39 На стеблях видны отдельные участки с розовой или белой окраской покровных тканей. Такие участки могут окольцовывать стебель. Стебли становятся водянистыми, вянут, загнивают и надламываются. Больные стебли покрыты белоснежным мицелием, который со временем уплотняется и темнеет, превращаясь в склероции чернильно-черного цвета. Склероции могут формироваться как внутри стебля, так и снаружи – **Белая гниль (склеротиния)**

40 (55) Изменения в виде деформации или новообразований. Общее увядание отсутствует.

41 (47) Деформация стеблей и листьев. Наростов нет.

42 Стебли усиленно ветвятся, главным образом над поверхностью земли, давая большое количество тонких светлоокрашенных побегов круглого сечения. Листья мельче нормальных, простые или с одной парой долей. Клубни мелкие, число их намного больше нормы – **Ведьмина метла**

43 Доли листьев у пораженных растений округлые, выпуклые, с расплывчатой желтой каймой и складчатостью по жилкам. Клубни больных растений мелкие, уродливые, часто наблюдается израстание столонов и молодых клубней – **Круглолистность**

44 Наблюдается хлороз верхних листьев, скручивание базальных частей листочков и прилистников, которое сопровождается появлением светло-розовой или пурпурной пигментации. Зараженные растения отстают в росте, прямостоячие с обильными пазушными побегами, укороченными междоузлиями и воздушными клубнями. Позже растения увядают – **Пурпурное закручивание верхушки** (рис. XVI)

45 Верхняя часть стебля укорочена, наблюдается межжилковый хлороз листьев среднего яруса, желтая пятнистость и появление желтой, позднее засыхающей, каймы дистальной части долей листа – **Метельчатость верхушки (моп-топ)**

46 Стебли усилено ветвятся, главным образом над поверхностью почвы. Побеги тонкие, слабые, с небольшим количеством листьев. Доли листьев округлой формы, число доль меньше нормы, иногда листья простые. Клубни мелкие, многочисленные – **Кудряш**

47 Деформированы главным образом листья.

48 Листовые пластинки искривлены, сморщены, скручены. Верхние листья иногда приобретают красновато-желтую окраску. На листьях (чаще всего с нижней стороны) видны мелкие насекомые – **Тли** (рис. XXV)

49 Деформация листьев в виде вздутий междужилковой ткани, края долей загнуты книзу, иногда заметны некротические пятна на поверхности листа – **Морщинистость** (рис. XIV)

50 Деформации листьев разнообразны: складчатость (волнистость) или изгиб долей поперек средней жилки вверх или вниз, винтообразное искривление пластинки, сильная волнистость краев. Иногда заметна мозаичность или посветление окраски листьев – **Складчатость листьев** (рис.XV б)

51 Края долей верхних листьев закручены кверху, сильнее у основания. Закручивание ослабляется и исчезает во второй половине. Иногда наблюдается волнистость краев и слабая морщинистость листьев. Возможна крапчатость или посветление – **Закручивание листьев** (рис. XV в)

52 Доли листьев скручиваются кверху вдоль средней жилки в виде желобка или трубочки. Скручивание сопровождается огрубением, хлорозом и антоцианозом листьев в различной степени. Иногда на листьях видны бурые некрозы – **Скручивание листьев** (рис. XIII)

53 Стержни листьев приподняты, искривлены, иногда прижаты к стеблю. Доли листьев мелкие, волнистые или винтообразно искривленные. Иногда наблюдается хлороз и антоциановое окрашивание верхних листьев – **Веретеновидность клубней** (рис. XV е)

54 Резкие деформации листовых пластинок: складчатость, искривления, доли вытянутые, ланцетовидные, иногда редуцированные. Листья, начиная с междужилковой ткани, желтеют, иногда в местах наибольшего пожелтения образуются некрозы – **Неинфекционная желтуха**

55 На растениях – новообразования зеленого цвета, деформация отдельных органов.

56 В пазухах листьев образуются наросты величиной 2 – 2,5 см и более. Побеги уродливые, покрытые мелкими наростами. Листовые пластинки уродливые, конечная доля листа превращается в сплошной нарост. Соцветие – наросты причудливой формы – **Рак картофеля** (рис. X а)

57 Увядание растений.

58 (66) Увядает все растение, редко – отдельные стебли.

59 (62) Увядшие растения легко выдергиваются из почвы.

60 Растения отстают в росте, желтеют, листья мелкие, жесткие, свертываются вдоль средней жилки. Нижняя часть стеблей размягчена и окрашена в черный цвет. Гниение начинается изнутри стебля. Корни загнивают. Иногда в пазухах нижних листьев образуются воздушные клубни. Заболевание проявляется сразу после всходов – **Черная ножка** (рис. XI)

61 Листья верхнего яруса желтеют, увядают и отмирают. Стебель становиться бурым, поникает и засыхает. Вскоре погибает все растение. Больные стебли легко выдергиваются из почвы. На их подземной части покровная ткань отслаивается, шелушится, покрывается многочисленными мелкими склероциями и приобретает фиолетовый оттенок. Болезнь проявляется в конце вегетации – **Антракноз** (рис. IX)

62 Больные растения с трудом выдергиваются из почвы.

63 В нижней части стеблей – бурые язвы. Растения привядают, листья скручиваются, желтеют. Листья верхних розеток – с желтоватым оттенком или приобретают антоциановую окраску. При сильном развитии болезни растение увядает. Нижняя часть стебля загнивает, буреет. Могут сгнивать и корни. Гниль начинается с периферийной части. В пазухах нижних листьев часто образуются воздушные клубни – **Ризоктониоз** (рис. III)

64 Растения отстают в росте, увядают. Листья темнеют и засыхают. На корнях – масса мелких шарообразных белых, желтых или коричневых цист диаметром до 1,2 мм. Болезнь распространяется очагами – **Картофельная нематода** (рис. XVII)

65 Увядание постепенное, начинается с нижних листьев, ему предшествует пожелтение и деформация листьев, огрубение стеблей и листьев. Верхние листья часто приобретают антоциановую окраску. Клубни большей частью мелкие, прорастающие нитевидными ростками – **Столбурное увядание**

66 Увядание быстрое, распространяется по растению сверху вниз. Верхние листья теряют тургор, поникают, желтеют, заворачиваются и засыхают. За ночь тургор растений может восстановиться. Нижняя часть стеблей буреет, при повышенной влажности загнивает и покрывается розовым или оранжевым налетом спороношения гриба. На поперечном разрезе больного стебля видно побурение отдельных сосудистых пучков или всего сосудистого кольца – **Фузариозное увядание** (рис. VIII)

67 Увядают отдельные стебли, редко – все растение.
68 Стебель постепенно желтеет, увядает и падает на землю. Прикорневая и подземная части остаются без изменений. Болезнь проявляется после цветения – **Кольцевая гниль** (рис. XII)
69 Стебель быстро увядает и приобретает бурую окраску. Нижняя часть его размягчается и загнивает, в сухих условиях расщепляется вдоль стебля – **Бурая бактериальная гниль** (рис. XXXVI)
70 Стебель увядает и падает на землю. Внутренняя часть его выедена и заполнена экскрементами. Оставшиеся ткани вялые. В нижней части стебля и вверху, в конце выеденной части – круглые отверстия, чаще всего около места прикрепления черешка. Увядшие стебли загнивают – **Внутристебельные совки**
71 Стебель вянет и засыхает. В нижней его части имеются ходы и выгрызенные части тканей Проволочники, хрущи, подгрызающие совки, медведка (рис. XXI – XXIV)
72 Поражены подземные части растения.
73 (90) Изменены ростки, столоны, корни.
74 (76) Загнивание тканей ростков, столонов, корней отсутствует.
75 Ростки очень тонкие, хрупкие, напоминают нити – **Нитевидность ростков** (рис. XXXIII)
76 (81) Загнивание тканей ростков, столонов, корней.
77 Загнившие ткани бурые, часто гниль в виде язв – **Ризоктониоз** (рис. III)
78 Загнившие ткани черного цвета. Гниль распространяется диффузно – **Черная ножка** (рис. XI)
79 Ткани покрыты твердыми бурыми пятнами, проникающими глубоко внутрь. В условиях повышенной влажности появляется белый налет гриба – **Фитофтороз** (рис. I)
80 Корни, столоны и подземная часть стебля покрыты многочисленными мелкими черными склероциями. Покровная ткань отслаивается, шелушится и приобретает аметистовый оттенок – **Антракноз** (рис. IX)
81 (83) Другие изменения тканей. Новообразований нет.
82 На тканях шелушащиеся сухие язвы, часто сливающиеся. При сильном поражении ткани отмирают. Гнилей нет – **Парша обыкновенная** (рис. IV)
83 Изменения в виде новообразований.
84 Наросты на корнях и столонах белого, бурого цвета с бугристой поверхностью, диаметром до 3 – 4 см – **Парша порошистая** (рис. V)

85 Ткани ростков разрастаются в мясистый белый, затем коричневый или черный нарост, напоминающий по форме качан цветной капусты. Размер наростов варьирует и может достигать более 10 см в диаметре – **Рак картофеля** (рис. X а)
86 Из глазков вырастает большое количество нитевидных коротких ростков, образующих плотную массу. Иногда завязываются мелкие клубешки – **Ложный рак** (рис. XXXIV)
87 На столонах и ростках образуются сперва белые, затем коричневые мясистые наросты диаметром до 10 см и более, напоминающие по форме кочаны цветной капусты. Корни не поражаются – **Рак картофеля** (рис. X а)
88 На корнях и столонах небольшие (до 1,2 мм) шаровидные белые, желтые или коричневые цисты. Часто образуются вторичные фиброзные корешки – **Картофельная нематода** (рис. XVII)
89 На корнях – наросты (галлы) диаметром 0,8 – 1,5 мм. Внутри их полость, заполненная личинковыми и яйцевыми мешками нематоды. Столоны не поражаются – **Галловая нематода**
90 Поражены клубни.
91 (96) Клубни уродливые
92 Поверхность клубней неравномерно бугристая с наплывами и углублениями (гофрированность). В тканях зооспорангии гриба-возбудителя – **Рак картофеля** (рис. X а)
93 На клубнях образуются округлые выросты различной величины – **Детки** (рис. XXXII д)
94 Выросты по размеру и форме напоминают нормальные клубни – **Вторичный рост** (рис. XXXII в)
95 Клубни ненормально удлиненные, с вытянутой верхушкой или пуповинным концом, иногда изогнутые. Глазки выпуклые, количество их увеличено. Окраска клубня необычная, иногда пятнистая – **Веретеновидность клубней** (рис. XV е)
96 Клубни нормальной для данного сорта формы.
97 (155) Изменения на поверхности клубней в виде израстаний, новообразований, пятен, язв, пустул, трещин, ходов, выгрызов, проколов, загнивания, потери тургора.
98 Здоровая ткань клубня твердая.
99 Изменения в виде израстаний, разрастаний глазков и новообразований.
100 (102) Изменения в виде израстаний.
101 Утолщенные столоны объединяют два, три и более клубней. Клубни, не прикрытые почвой, прорастают – **Израстание** (рис. XXXII г)

102 На поверхности клубней новообразования.
103 На поверхности клубней черные коростинки (склероции гриба-возбудителя), не смываемые водой, но легко сдираемые вместе с поверхностными тканями – **Ризоктониоз** (рис. III)
104 На поверхности клубня выступают белые, желтые или коричневые шарообразные цисты диаметром до 1,2 мм – **Картофельная нематода** (рис. XVII)
105 (146) Изменения в виде пятен, язв, пустул, трещин, проколов, ходов, выгрызов.
106 (123) Изменения в виде пятен.
107 Пораженные поверхностные ткани отслаиваются, образуя пятно неправильной формы. Между покровными тканями и паренхимой клубня – воздух, что придает пятну серебристый оттенок. Поверхность пятна усыпана мелкими черными образованиями – склероциями гриба-возбудителя – **Парша серебристая** (рис. VI)
108 Пятна округлые, слегка вдавленные, черные, не проникающие глубоко внутрь – **Альтернариоз** (рис. II)
109 Пятна бурые, слегка вдавленные. Окончательное определение – на разрезе клубня – **Фитофтороз** (рис. I)
110 Пятно вдавленное, от светло-коричневого до темного, образуется со столонного конца клубня. Часто на его поверхности образуются мелкие склероции, расположенные в виде колец, расходящихся от центра пятна – **Антракноз** (рис. IX)
111 Пятна многочисленные, небольшие, вдавленные, сухие, светло-коричневые, расположены преимущественно в столонной части. Поверхность клубня становится бугристой – **Антракноз** (рис. IX)
112 Пятна свинцово-серые, вдавленные, часто у столонного конца. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Стеблевая нематода** (рис. XIX)
113 Пятна коричневые, часто на их поверхности образуются зигзагообразные трещины. Под кожурой в пораженной ткани видны мелкие белые включения – **Луковый клещ** (рис. XXVII)
114 Пятна темные до черного цвета. Образуются преимущественно у столонного конца. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Черная ножка** (рис. XI)
115 На поверхности клубней, преимущественно в вершинной части их, появляются черные, слегка вдавленные в мякоть пятна размером 0,2 – 2,5 см. Позже пятна покрываются черным бархатистым налетом – **Черная пятнистость (торулез)**

116 Пятна поверхностные, коричневые с черной каймой. Позже больная ткань чернеет – **Резиновая гниль** (рис. X б, в)
117 Пятна твердые, черные, впоследствии ткань на них сморщивается. Во влажных условиях образуется слизь зеленоватого цвета со слабым гнилостным запахом, ткани активно разрушаются – **Твердая черная гниль**
118 Поверхностные влажные, черные пятна, под которыми образуются язвы. Ткани вокруг язв влажные и темные. На поверхности язв покровная ткань натягивается, и когда прорывается, то из больных нижележащих тканей выделяется специфическая жидкость – **Раневая водянистая гниль** (рис. XXXV)
119 Пятна темные, поверхностные, слегка морщинистые, мягкие. В местах пятен паренхимная ткань коричневеет и загнивает. При разрезе клубня четкая граница между здоровой и пораженной тканью отсутствует. Через некоторое время ткань в местах поражения темнеет – **Темная гниль**
120 Интенсивное потемнение столонной части и мягкое неровное окрашивание вершинной части. Больная ткань как бы просвечивается – **«Сахарный конец»**
121 Пятна черные, слегка водянистые, расположены вблизи глазков или чечевичек. Кожура клубня на ранних этапах развития заболевания остается целой, но нижележащие ткани загнивают, цвет их становится сероватым, а затем черным. Впоследствии пораженная ткань как бы западает, и образуются язвы диаметром 10 мм и более – **Угольная гниль**
122 На поверхности клубня в конце вегетации образуются вздутые дуги или кольца, которые в период хранения превращаются в некротические пятна и углубляются в мякоть до сосудистого кольца – **Y-вирус, штамм YNTN** (рис. XIV)
123 (129) Изменение в виде язв.
124 Язвы сухие, неправильной формы, разные по величине. Иногда сливаются, образуя сплошной пораженный участок. Могут быть глубокие, плоские – **Парша обыкновенная** (рис. IV)
125 Язвы округлые, крупные, заполненные порошковидной коричневой массой. По краям язв – остатки кожуры клубня, что делает ее звездчатой – **Парша порошистая** (рис. V)
126 Мокнущие язвы под склероциями. Пораженная ткань водянистая, кашеобразная, легко отделяется от здоровой – **Ризоктониоз** (рис. III)
127 Округлые сухие язвы в виде впадин. Больная ткань коричневатая, покрыта плотно натянутой кожурой клубня.

При разрыве кожуры видны мелкие темные образования – пикниды гриба-возбудителя. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Фомозная гниль** (рис. VII)

128 Язвы небольшие (до 1,5 мм), слегка вдавленные, желтые, округлые. Больная ткань мягкая, влажная, нередко достигает сосудистого кольца. Язвы хорошо видны после очистки тонкого слоя кожуры клубня. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Кольцевая гниль** (рис. XII)

129 (133) Изменения в виде пустул (бугорков)

130 Светлые бугорки, при разрыве которых образуется язва со звездчатыми краями. Язва заполнена коричневой массой – **Парша порошистая** (рис. V)

131 Чечевички на клубне разрослись в белые рыхлые бугорки – **Переувлажнение почвы**

132 Поверхность клубня покрыта бородавчатыми вздутиями. На его поверхности четко просматриваются многочисленные коричнево-черные округлые пятна диаметром до 5 мм. В местах пятен под кожицей формируются споровместилища, содержащие шоколадно-бурую, вначале плотную, а затем порошащую споровую массу. Со временем пораженные клубни приобретают вид сухой коричневой пылевидной массы – **Головня**

133 (139) Изменения в виде трещин и отставания кожуры.

134 Под треснувшей и отставшей кожурой – сухая коричневая масса, не распространяющаяся глубоко внутрь клубня. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Стеблевая нематода** (рис. XIX)

135 Под треснувшими тканями или отставшей кожурой светло-желтая, коричневая или черная слизистая масса. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Кольцевая гниль** (рис. XII)

136 Трещины разной глубины. Отставшей кожуры нет. Паренхимная ткань, как правило, залечивается – **Ростовые трещины**

137 Трещины мелкие, не проникают глубже пробкового слоя, напоминают сетку – **Сетчатость кожуры**

138 Целостность клубня нарушена, имеются различной величины трещины, ссадины, царапины, расколы, вырывы, обдиры кожуры – **Механические повреждения** (рис. XXXII ж)

139 (146) Изменения в виде ходов, выгрызов, проколов.

140 Ходы в клубне диаметром 2 – 2,5 мм, загрязненные землей и экскрементами – **Проволочники** (рис. XXI)

141 Ходы в клубне диаметром до 3 – 4 мм. Их отверстия часто забиты экскрементами. Мякоть стенок хода – розоватая – **Картофельная моль**

142 Выгрызы в виде ямок с неровными краями. Остатков кожуры клубня по краям ямок не бывает – **Хрущи** (рис. XXII), **Медведки** (рис. XXIV)

143 Выгрызы в виде ямок. Кожура остается нетронутой и прикрывает место повреждения – **Озимая совка** (рис. XXIII)

144 Обгрызена часть клубня, либо выгрызены углубления различной формы и величины. Поверхность выгрыза покрыта бороздками – **Мышевидные грызуны** (рис. XXVIII)

145 Клубни проколоты желтовато-белыми твердыми корневищами – **Повреждение клубней корневищами пырея ползучего**(рис. XXXVII)

146 (155) Изменения в виде общего загнивания клубня.

147 (149) Гниющая ткань сухая. Окончательная диагностика – на разрезе клубня.

148 Кожура на месте гнили серовато-бурая, тусклая, сморщивается, образуя неправильные концентрические круги вокруг места первичного поражения. На ней видны подушечки спороношения гриба-возбудителя белого, серого, желтого, розового и других оттенков – **Сухая гниль**

149 Гниющая ткань мокрая, вязкая, тягучая.

150 Часть поверхности клубня размягчается. Пятен нет. Кожура легко снимается. Окончательная диагностика – на разрезе клубня – **Удушение**

151 Мякоть клубня распадается, и он превращается в бесформенную массу с неприятным запахом – **Мокрая гниль** (рис. XXXVIII)

152 Клубень мокрый. При надавливании из него выделяется водянистая жидкость. Кожура легко отделяется, а мякоть на воздухе быстро краснеет, затем буреет и чернеет – **Подмораживание** (рис. XXXI)

153 Клубни мокрые. Поверхность их мягкая, но не вялая, кожура потемневшая. Чечевички и глазки отмирают – **Переохлаждение** (рис. XXXI)

154 Столонный конец клубня в виде остекленевшей или желеобразной массы, часто сморщен – **Студенистая гниль**

155 Изменения на разрезе клубней.

156 (165) Гниение тканей отсутствует.

157 Паренхима окрашивается в ржаво-коричневый цвет. Ржавые

пятна располагаются внутри клубня и не имеют выхода к его периферии – **Железистая пятнистость** (рис. XXXII а)

158 Паренхима окрашена в красно-фиолетовый цвет. Интенсивность окраски, размеры и расположение окрашенных зон могут быть различными – **Антоциановое окрашивание внутренних тканей клубня** (рис. XXXII е)

159 Ткани на разрезе окрашены в зеленоватый цвет. Интенсивность окраски может сильно варьировать – **Позеленение клубней**

160 Темноватые пятна неправильного очертания и различной величины, главным образом в середине клубня. При ударах клубня пятна могут располагаться и на периферийных тканях – **Потемнение мякоти**

161 Мякоть клубня иссушенная, с небольшими трещинами, точками, пятнами и полостями ржаво-бурого цвета – **Переохлаждение** (рис. XXXI)

162 На разрезе клубня видна полость (полости). Форма и величина полости может сильно варьировать – **Дуплистость** (рис. XXXII б)

163 На разрезе видны некротические полосы, дуги, кольца, начинающиеся с некротических пятен на поверхности клубня – **Пестростебельность, или Rattle-вирус** (рис. XV д)

164 На разрезе видны мелкие некрозы, густо пронизывающие паренхимную ткань – **Сетчатый некроз клубня, или L-вирус** (рис. XIII б)

165 Измененные ткани загнивают.

166 (169) Изменение чаще начинается со столонного конца.

167 Загнившая ткань черная. Позже гниль распространяется на сердцевинную часть клубня, которая превращается в черно-бурую массу со специфическим запахом. При подсыхании гнилых тканей в клубне может образоваться внутренняя полость с неровными стенками черно-бурой окраски – **Черная ножка** (рис. XI)

168 Загнивают ткани сосудистого кольца. При надавливании на клубень из кольца выдавливается тягучая масса желтого, затем темного цвета или светлая мягкая сгнившая ткань. Впоследствии все сердцевинные ткани клубня выгнивают – **Кольцевая гниль** (рис. XII)

169 Изменения не приурочены к определенным частям клубня.

170 Побуревшая ткань распространяется внутрь клубня отдельными участками (язычками). Налета грибницы нет – **Фитофтороз** (рис. I)

171 Пораженные ткани сухие, размягченные, но не разрушены полностью. В полостях разрастается белый, желтый, розовый, черный и других цветов и оттенков мицелий грибов-возбудителей. В сухих условиях больные ткани усыхают, и клубень мумифицируется; при наличии повышенной влажности гниль переходит в мокрую – **Сухая гниль**

172 Поражение тканей распространяется чаще всего от поверхности клубня конусом, вершиной вглубь его. Загнившая ткань сухая, светло-коричневая с полостями. Стенки полостей выстланы серым войлочным налетом мицелия гриба-возбудителя с темными вкраплениями – пикнидами – **Фомоз** (рис. VII)

173 Гнилая ткань в виде белой, рыхлой, кашеобразной массы. Часто отделена от здоровой темной каймой – **Удушение**

174 Сосудистое кольцо клубня размягчается. Загнившие ткани серые, затем буреют и чернеют. При надавливании на клубень из сосудистого кольца вытекают капли грязно-белой слизи – **Бурая бактериальная гниль** (рис. XXXVI)

175 На поперечном разрезе клубня видна прерывистая или непрерывная полоска отмершей ткани сосудистых пучков. Паренхимная ткань, прилегающая к ним, остается без изменений – **Антракноз** (рис. IX)

176 На поперечном разрезе сосудистая система клубня окрашена в темно-коричневый цвет, более интенсивный у столонной части. При надавливании на клубень гнилостная масса не выделяется – **Потемнение сосудистой системы клубня**

177 Ткани усыхают, в них образуются пустоты, чаще всего у столонной части. Налет и слизь отсутствуют. Больная ткань мумифицируется – **Твердая черная гниль**

178 Больная ткань чернеет, становится мягкой, но эластичной, резинообразной. После разрезания она окрашивается в грязно-розовый цвет, затем темнеет. Иногда в ней развивается слабый зеленоватый или беловатый мицелий в виде подушечек. В это время выделяется коричневая жидкость с рыбным запахом – **Резиновая гниль** (рис. X б, в)

179 На разрезе видна серая пораженная ткань, отделенная от остальной части клубня черной каймой. На воздухе больная ткань коричневеет, а затем чернеет, выделяя спиртовой запах – **Раневая водянистая гниль** (рис. XXXV)

180 При разрезе ткань пораженного клубня окрашивается сначала в розовый, затем в красно-коричневый цвет с переходом до черного. При надавливании на клубень из мест поражения выделяется светлый эксудат – **Розовая гниль**

181 На разрезе клубня видна мягкая, темная пораженная ткань с черными включениями – склероциями гриба-возбудителя. Часто все внутренние ткани клубня выгнивают – **Угольная гниль.**

Методы молекулярной диагностики болезней картофеля

Еще два десятилетия назад методы диагностики инфекций у растений были довольно трудоемкими и занимали много времени. Использование растений-индикаторов для идентификации вирусов, специальных сред для выявления бактерий и другие традиционные методы анализа занимали дни, а, в ряде случаев, недели и месяцы.

Основной прорыв произошел с внедрением в диагностику метода иммуно-ферментного анализа (ИФА), одним из наиболее распространенных вариантов которого является так называемый ELISA-тест (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, ELISA). Метод позволил не только увеличить чувствительность анализа, но и сократить время тестирования до нескольких часов. ELISA и по сей день является наиболее распространенным и широко используемым методом анализа растительного материала для диагностики и идентификации патогенов. При постановке ИФА тестов используется целый ряд технологий и модификаций с использованием биотиниликованных и конъюгированных с щелочной фосфатазой или пирофосфотазой антител в так называемых прямом методе, двойном и тройном сандвичах и др.

Диагностика фитопатогенов методом ИФА хорошо зарекомендовала себя в широкомасштабных рутинных тестированиях растительного материала, однако метод обладает не всегда удовлетворительной специфичностью, диагностируя зачастую не отдельные патогены, а целые группы и не позволяет четко идентифицировать конкретные изоляты и штаммы. Следует иметь в виду и тот факт, что от партии к партии качество и специфичность получаемых антител может довольно существенно разниться. В настоящее время специфичность ИФА в значительной степени увеличена за счет использования моноклональных и рекомбинантных антител. Использование модификации метода ИФА – процедуры иммуноферментного анализа отпечатков образцов растительных тканей на нитроцеллюлозной мембране (tissue print-ELISA) – также обеспечивает высокую специфичность, хотя чувствительность этого метода недостаточна для использования в случае детекции ряда латентных бактериальных инфекций.

Другим серологическим методом, применяемым для диагностики фитопатогенов, в частности бактерий, является метод проточной фотометрии (Alvarez, 2001), хотя высокая стоимость используемой в этой процедуре аппаратуры существенно ограничивает его использование в реальной практике.

В настоящее время при анализе растительного материала возникает необходимость применения высокочувствительных и специфичных методов детекции, позволяющих диагностировать патогены в низкой концентрации, что особенно важно в случае контроля растительного материала на наличие карантинных патогенов. Поэтому в помощь, а сегодня все чаще на смену традиционным и серологическим методам, в практику контроля фитосанитарного состояния сельскохозяйственных растений и продуктов их переработки приходят молекулярные технологии. Это позволяет значительно повышать специфичность анализов

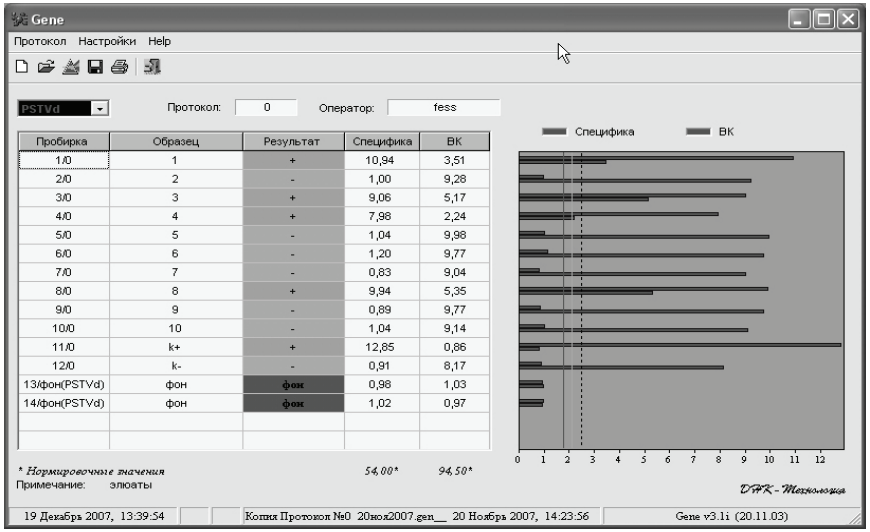

***Рис. 4.** Диагностика образцов картофеля с помощью диагностического набора ООО «АгроДиагностика» в формате FLASH на наличие инфекции, вызванной Y-вирусом картофеля.*

1 – 10 – тестируемые образцы картофеля, 11 – положительный контрольный образец, 12 – отрицательный контрольный образец, 13 – 14 – фоновый контрольный образец. Из проанализированных образцов инфекция обнаружена в 1, 3, 4 и 8.

и обеспечивать чувствительность, в 10 – 100 раз превышающую чувствительность ИФА.

Современный метод высокоэффективного тестирования патогенов, в том числе и фитопатогенов, основан на полимеразной цепной реакции (ПЦР) (Bartlett, Stirling, 2003). Простота, высокие чувствительность и специфичность, хорошая воспроизводимость результатов анализов быстро превратили этот подход в один из наиболее перспективных диагностических методов. В отличие от традиционных и серологических методов анализа, дающих только опосредованное свидетельство наличия инфекции (например, сведения о наличие белков-антигенов диагностируемых патогенов), метод ПЦР напрямую доказывает присутствие возбудителя инфекции, специфически выявляя наличие конкретной последовательности нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) обнаруживаемого патогена. Кроме того, метод ПЦР, благодаря своей высокой чувствительности, позволяет выявлять единичные копии геномов патогенов, обнаруживая тем самым их наличие тогда, когда другими методами (иммунологическими, бактериологическими, микроскопическими) это сделать практически невозможно. Особенно эффективен метод ПЦР для диагностики трудно культивируемых, некультивируемых и скрыто существующих форм микроорганизмов, с которыми часто приходится сталкиваться при латентных и хронических инфекциях: ПЦР-технологии, как правило, позволяют избежать сложностей, связанных с выращиванием таких микроорганизмов в лабораторных условиях. Кроме того, использование метода ПЦР позволяет значительно сократить время анализа образца. За счет автоматизации процесс амплификации занимает всего 1 – 2 часа, а с учетом предшествующей пробоподготовки и регистрации результатов анализа, весь процесс занимает не более 4 часов. Помимо всего выше перечисленного, существенным достоинством метода является возможность осуществлять количественное определение возбудителя в модификации метода ПЦР в реальном времени.

Высокая чувствительность ПЦР является как преимуществом, так и недостатком метода, создавая ряд проблем, одной из которых является высокая вероятность появления ложноположительных и ложноотрицательных данных. Кроме того, корректность проводимых ПЦР-тестов в значительной степени зависит от адекватности методов выделения нуклеиновых кислот из растительного материала; чувствительность детекции зависит от влияния присутствующих в растительном материале ингибиторов ПЦР.

Все это усложняет процедуру ПЦР-детекции, требуя постановки дополнительных контрольных тестов или использования модификаций метода ПЦР. При молекулярной диагностике фитопатогенных грибов, вирусов и бактерий применяют следующие модификации ПЦР: метод конкурентной ПЦР (Mauchline et al., 2002), кооперативной ПЦР (Co-PCR) (Olmos et al., 2002), ПЦР-гибридизация *in situ* с использованием флуоресцентных зондов (Lopez et al., 2003), мультиплексная ПЦР (Rigotti, Gugerli, 2007), метод множественной (или групповой) мультиплексной ПЦР (multiplex nested RT-PCR) (Morris et al., 2001, Ciapina et al., 2004), метод ПЦР в реальном времени (real-time PCR) (Norman et al., 2002).

Наиболее перспективным для диагностических лабораторий, проводящих рутинные анализы, являются методы ПЦР в формате FLASH (FLuorescent Amplification-based Specific Hybridization) (Лаптинов, 2004) или в формате реального времени (Norman et al., 2002). Оба формата основаны на флуоресцентной детекции продуктов амплификации. Оба формата позволяют регистрировать результаты ПЦР непосредственно во время (ПЦР в формате реального времени) или после проведения реакции (ПЦР в формате FLASH), без открывания пробирок, благодаря чему решается проблема контаминации помещения продуктами ПЦР, упрощаются требования к организации ПЦР-лаборатории, значительно снижается трудоемкость и время проведения стадии детекции. Методы обеспечивают также возможность простой и эффективной документации и хранения результатов ПЦР в компьютерной базе данных. Следует отметить, что ПЦР в формате реального времени требует довольно дорогого оборудования, тогда как стоимость оборудования для ПЦР в формате FLASH сопоставима с оборудованием для гель-электрофореза и в 5 – 8 раз дешевле оборудования для ПЦР в реальном времени.

Другим примером применения молекулярных методов для диагностики фитопатогенов, основанных на ПЦР и включающих гибридизацию, является весьма перспективный, но пока только развивающийся метод биочипов (Schultz, 1996). Преимущества использования биочипов состоят в следующем: биочип дает возможность проведения множественного параллельного исследования биологических объектов (тысячи ячеек на 1 см^2); он миниатюрен, что обеспечивает удобство эксплуатации, экономию реактивов и т. д.; биочип универсален и дешев, так как одна технологическая схема обеспечивает производство различных микрочипов; в биочипе можно использовать в качестве иммобилизованных зондов

На правах рекламы

Разработка программы защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза

Правильно составленная программа обработок фунгицидами для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза – основа получения высококачественного урожая картофеля. Особенно важны первые обработки, так как ошибки, допущенные в это время, очень трудно исправить последующими обработками. Первые полевые обработки должны обеспечить:

- защиту поверхности растений картофеля от внешней инфекции (попадающих на стебель и листья зооспор);
- уничтожение источников заражения на поверхности почвы;
- лечебное действие в растениях против внутренней скрытой (как правило, стеблевой) инфекции.

Особенно важна защита растений картофеля от стеблевого фитофтороза, который имеет более продолжительный инкубационный период (до 10 и более дней) между инфицированием и появлением первых видимых симптомов, а пораженные стебли, в отличие от листьев, могут спорулировать более длительное время.

Выбор фунгицида для первых обработок

Существующие в настоящее время препараты не позволяют полностью вылечить растения после появления видимых симптомов фитофтороза. Поэтому первые обработки должны быть профилактическими и проведены до инфицирования (максимум в течение 1 – 2 дней после инфицирования), обязательно до появления видимых симптомов.

Применение только контактных препаратов для первых обработок не обеспечивает лечебного действия внутри растений (т. е. если есть внутренняя скрытая инфекция, которая, как правило, заносится с семенным материалом, она получает еще 10 – 12 дней для развития до следующей обработки). Полностью системные препараты применять опасно ввиду наличия устойчивых штаммов возбудителя фитофтороза. Кроме того полностью системные препараты рекомендуется полностью исключить на семенных посадках картофеля.

Из всех фунгицидов ТАНОС® наиболее подходит для первых двух обработок. Контактный компонент ТАНОСА® – фамоксадон – один из самых мощных известных фунгицидов против фитофтороза и альтернариоза. После обработки он создает защитный экран на поверхности обработанных растений уничтожая зооспоры. При этом он обладает уникальной устойчивостью к смыву – это чрезвычайно важно в дождливых условиях и на поливных участках.

Локально-системный компонент ТАНОСА® одновременно «промывает» ткани растения и обеспечивает лечебное действие против скрытой инфекции. ТАНОС© – один из самых мощных фунгицидов против скрытой/стеблевой инфекции.

При этом высокая концентрация ТАНОСА® в обработанных растениях гарантирует его стабильную эффективность. Устойчивые к цимоксанилу, а значит и ТАНОСУ® формы фитофтороза отсутствуют.

Начало первых обработок обычно совпадает со временем последнего срока обработки гербицидом ТИТУС® (при высоте растений до 20 см), обязательно до смыкания рядков. В настоящее время для обеспечения гарантированной защиты все чаще первые обработки проводятся раньше при высоте картофеля 5 – 10 см, особенно на чипсовом и семенном картофеле.

фрагменты ДНК, РНК, белков (с сохранением ферментативных и антигенных свойств), а также клеток – биосенсоров.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что современные, доступные для широкого круга потенциальных потребителей технологии диагностики и идентификации фитопатогенов базируются, в основном, на двух технологиях – ИФА и ПЦР, которые постоянно совершенствуются в плане чувствительности, надежности и простоты применения. Кроме того, в настоящее время существует тенденция использования комплекса методов (ring tests), включающих как традиционные (микроскопия, избирательные среды, патогенность и т.п.), так и современные серологические и молекулярные тесты. Диагностика фитопатогенов, как собственно и любых других объектов, приобретает черты динамичной и постоянно эволюционирующей системы.

Диагностические системы

Современные диагностические системы должны характеризоваться следующими качествами: более высокой чувствительностью и, главным образом, специфичностью, а также максимальной автоматизацией и, как следствие, стандартизацией большинства этапов анализа. Не менее важно добиваться уменьшения вероятности субъективной оценки результатов и снижения роли человеческого фактора, повышать производительность системы при низкой себестоимости выполнения анализа, сокращать общее количества манипуляций в пределах каждого этапа анализа и компьютеризировать ввод и обработку результатов анализов совместимым программным обеспечением.

В современной отечественной практике в области сельскохозяйственного растениеводства, в основном, применяются диагностические системы, не отвечающие вышеизложенным требованиям и основанные на простых иммуноферментных методах анализа. В определенной степени это могло бы быть обусловлено тем, что развитие ПЦР-методов анализа вирусных, грибных, бактериальных и нематодных поражений лимитируется отставанием по секвенированию их геномов. К примеру, из 222 бактериальных геномов, работа над секвенированием которых велась или была закончена к 2003 году, фитопатогенами были менее 14 (Lopez et al., 2003). С другой стороны, в реальном секторе практически полностью отсутствуют лаборатории, оснащенные современным оборудованием и квалифицированными кадрами. Исключение составляют лишь некоторые подразделения службы карантина растений.

Говоря о положении в диагностике вирусных фитопатогенов картофеля в сегодняшней России в целом, можно упомянуть лишь несколько разработок. Еще в начале 80-х годов прошлого века, в СССР были разработаны ИФА-тесты основных вирусных патогенов картофеля, которые до сих пор производятся на базе ВНИИКХ (Атабеков И. Г., Тальянский, 1997). Довольно качественные моноклональные антитела к ряду вирусов картофеля были получены в ИБХ РАН, однако эти работы не завершились созданием законченных тест-систем.

Современные методы диагностики вирусных патогенов картофеля, основанные на методе ПЦР, разработаны в конце прошлого и в начале нынешнего века во многих лабораториях мира, в том числе и в России. Здесь, в частности, хотелось бы отметить разработку системы универсальной ПЦР-диагностики вирусов растений, основанной на их групповой принадлежности (Maaron, Zavriev, 2002). В настоящее время на нашем рынке наиболее широкий ассортимент диагностических наборов для определения фитопатогенов предлагает ООО «АгроДиагностика». Для диагностики вирусных патогенов картофеля этой фирмой освоено производство ПЦР тест-систем в формате электрофореза, FLASH-ПЦР и ПЦР в реальном времени. В настоящее время освоен выпуск наборов для диагностики вируса скручивания листьев картофеля, M, S, X, Y и A вирусов картофеля, вируса метельчатости верхушек картофеля и вироида веретеновидности клубней картофеля. Пример того, как обрабатываются и выдаются результаты ПЦР-диагностики образцов картофеля на наличие в них патогена с помощью упомянутых наборов в формате FLASH и соответствующего программного обеспечения представлен на Рис. 4.

К сожалению, в России сегодня использование и внедрение этих разработок даже при тестировании посадочного материала широкого применения пока не нашло. Исключением являются частные компании, в первую очередь производители посадочного материала мини-клубней картофеля, например, фирма «Дока», Зеленоград. Как правило, они используют тест-системы западных компаний, в первую очередь фирмы «Agdia» (США) (см. www.agdia.com). Так, «Agdia» предлагает ELISA-тесты к 16 вирусным патогенам картофеля. Важно отметить, что часть наиболее экономически значимых тестов предлагается в варианте т. н. стрипов (Рис. XXXIX), где анализ хоть и довольно дорогой (около 10 долларов США за один тест), но настолько прост, что не требует специальной квалификации персонала, занимает около 20 минут и может производиться в полевых условиях. Среди европейских фирм на рынке анализа фитопатогенов следует отметить также фирмы «Adgen» (Великобритания), и «Agritest» (Италия), «Ingenasa», «Plant-Print Diagnostics» и «Durviz» (Испания), и «Лёве» (Германия), спектр услуг которых по некоторым патогенам дополняет продукцию «Agdia».

Следует упомянуть и весьма эффективные гибридизационные методы. С помощью этих методов можно не только диагностировать тот или иной патоген, но и получить при необходимости количественную информацию относительно копий анализируемого гена или фитопатогена. В России на основе гибридизационного метода в МГУ им. М. В. Ломоносова была разработана система идентификации вироида веретеновидности клубней картофеля (Атабеков И.Г., Тальянский, 1997). Важно отметить, что в системе использовался не радиоактивный, а флуоресцентный зонд, что делает этот метод безопасным. Похожие методы диагностики вироида веретеновидности клубней картофеля и других вироидов, основанные на радиоактивно-меченных и флуоресцентных зондах, используются в рутинных анализах и за рубежом.

При диагностике бактериальных инфекций основными остаются ИФА-методы. Необходимо отметить, что чувствительность ИФА-методов диагностики бактериальных фитопатогенов даже с использованием моноклональных антител не всегда достаточно высока, особенно в случае латентной инфекции. Это обстоятельство требует предварительного увеличения количества бактерий в образце путем их специфической репродукции (Caruso et al, 2002). В каждом конкретном случае необходим подбор оптимальных условий репродукции (среды, температура, условия инкубации образцов и т.п.). Во многих случаях существует необходимость тестирования большого числа образцов малоквалифицированным персоналом, для чего предложены простые коммерческие методы, использующие процедуру иммуноферментного анализа отпечатков образцов растительных тканей на нитроцеллюлозной мембране (tissue print-ELISA). Специфичность этого метода достаточно высока, однако чувствительность, как правило, недостаточна для достоверной диагностики ряда бактериальных инфекций. Некоторые специфические задачи решаются с использованием метода проточной фотометрии (Alvarez, 2001). Бактериальные клетки при этом идентифицируются с помощью конъюгатов специфических антител с флуоресцентным красителем. Исследование растительных экстрактов этим методом поз-

воляет отделять неинфицированные образцы от инфицированных на ранних этапах развития бактериальной инфекции. Существенным ограничением использования данного метода в настоящее время является высокая стоимость применяемой аппаратуры.

На мировом рынке имеются коммерческие диагностические наборы на фитопатогены картофеля, основанные на методе ИФА. Например, фирма «Agdia» предлагает ELISA-тесты к трем патогенам картофеля бактериального происхождения.

При диагностировании бактериальных фитопатогенов методом ПЦР во многих случаях необходимости в их размножении нет. Когда она необходима, следует оптимизировать как этот процесс, так и условия ПЦР-амплификации (Penyalver et al, 2000). Чувствительность диагностики бактериальных фитопатогенов может быть увеличена также путем использования особого варианта ПЦР – т. н. «кооперативной ПЦР» (Olmos et al., 2002). Этот метод был успешно применен для обнаружения возбудителя бурой гнили картофеля – бактерии *Ralstonia solanacearum* в образцах воды. В самое последнее время с целью обнаружения единичных бактериальных клеток в образцах растительных тканей используется метод гибридизации *in situ* с использованием флуоресцентных ДНК-зондов, узнающих видоспецифические участки бактериальных геномов (Volkhard et al., 2000). В России рынок диагностики бактериальных инфекций картофеля методом ПЦР представлен наборами, предлагаемыми ООО «АгроДиагностика» для возбудителей кольцевой гнили картофеля (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) и бурой бактериальной гнили картофеля (*Ralstonia solanacearum*).

Немаловажными патогенами картофеля являются нематоды, которые поражают практически все виды растений, включая картофель. В связи с тем, что заболевания, вызванные нематодами приводят к очень большим потерям урожаев, мониторинг фитопатогенных нематод весьма важен и актуален. В Европе и в России цистообразующие нематоды, поражающие картофель – *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida* – имеют статус карантинных патогенов.

В настоящее время обнаружение и идентификация нематод осуществляется как с помощью классических, в первую очередь, морфологических, так и современных методов, основанных на ПЦР технологиях (Ibrahim et al., 2001). Наиболее четко и точно видовую идентификацию нематод в современных лабораториях проводят с помощью ПЦР (подробные методические описания

можно найти на сайте www.nematode.unl.Edu/nemaid). На российском рынке на обе вышеупомянутые нематоды имеются ПЦР-диагностические наборы фирмы ООО «АгроДиагностика».

Другой группой патогенов картофеля, наносящих этой культуре немалый вред, являются инфекции грибной природы. В последние годы наблюдается заметная тенденция и прогресс в использовании молекулярных методов диагностики не только отдельных фитопатогенных грибов, но и в микологии в целом (Atkins, Clark, 2004). Однако, по состоянию на сегодняшний день, диагностических систем для рутинной диагностики фитопатогенных грибов, в том числе и карантинных, с использованием ДНК технологий в России не производится. На рынке имеются основанные на ИФА тест-системы фирмы «Agdia» к двум грибным патогенам картофеля.

Таким образом, на сегодняшний день ситуацию по рынку диагностики фитопатогенов картофеля можно суммировать следующим образом. В мировой практике диагностика фитопатогенов широко применяются в сельскохозяйственном растениеводстве. При этом имеется целый ряд фирм, в том числе и в России, предлагающих коммерческие диагностические наборы, подавляющее большинство которых основано на различных модификациях метода ИФА, уступающих по своей чувствительности и специфичности методам, основанным на ПЦР. В России рынок ПЦР-диагностики фитопатогенов, в том числе и патогенов картофеля, только создается и пока представлен ООО «АгроДиагностика». С сожалением следует констатировать, что в России использование и широкое внедрение этих разработок в практику сельскохозяйственного производства пока не применяется даже при тестировании посадочного материала, разве что в отдельных частных компаниях, занимающихся производством посадочного материала картофеля.

ЧАСТЬ II. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

Интегрированная система защиты картофеля предусматривает комплексное использование профилактических, агротехнических, биологических, химических, и физических методов. Она является наиболее эффективной в снижении вредоносности болезней, вредителей и сорняков. Каждый из методов защиты имеет свои особенности, которые необходимо знать при выращивании картофеля и использовать с наибольшей эффективностью.

12. МЕРОПРИЯТИЯ ДО ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ

Севообороты, предшественники и пространственная изоляция

Соблюдение севооборота является одним из важных факторов защиты картофеля от вредных организмов. Лучшие предшественники для картофеля: озимые зерновые, оборот пласта многолетних трав (1 – 2 года), бобово-злаковые смеси, чистый и занятый пары, рапс, редька, люпин, лен, кукуруза и другие пропашные культуры. Нежелательны в качестве предшественников свекла и морковь – они усиливают пораженность клубней паршой обыкновенной и ризоктониозом. Ведение монокультуры картофеля также приводит к интенсивному накоплению возбудителей болезней и подавлению полезных видов микроорганизмов-антагонистов. Соблюдение правильного севооборота и возврат картофеля на прежнее место не раньше, чем через 4 года, предупреждает его поражение нематодами, колорадским жуком, рядом вирусных и бактериальных заболеваний, а также ризоктониозом, фитофторозом, альтернариозом, фомозом, некоторыми видами парши, например, порошистой, бугорчатой и серебристой.

Одной из причин очень раннего появления фитофтороза на картофеле может быть находящаяся поблизости пораженная рассада томата. Поэтому посадки картофеля и томата следует пространственно изолировать. Кроме того, картофель нельзя размещать после томатов и перца или рядом с ними, так как эти культуры повреждаются одними и теми же вредителями.

Умеренно-устойчивые и умеренно- восприимчивые к фитофторозу сорта картофеля поражаются сильнее, если выращиваются рядом с восприимчивыми, поэтому их следует пространственно изолировать друг от друга. Также следует изолировать сорта с разными сроками созревания и разного назначения (семенной – столовый). Поля должны размещаться в максимальном удалении от частных огородов ввиду того, что условия развития фитофтороза, альтернариоза и ряда других болезней картофеля на личных подсобных участках более благоприятные, чем на картофельных полях крупных хозяйств. Выращивание 3-х – 4-х сортов картофеля разной скорости созревния (ранний или среднеранний, среднеспелый и поздний) дает возможность полнее использовать условия вегетационного периода и получать стабильные по годам урожаи.

Выбор участка, подготовка почвы

При выборе участка следует отдавать предпочтение окультуренным легким почвам. Лучшими под картофель считаются легкие по механическому составу почвы. Тяжелые почвы необходимо окультуривать, внося большие нормы органических удобрений. Немецкими исследователями установлено, что в зависимости от типа почв разница в содержании крахмала в клубнях составляет 3 % и более.

У растений картофеля очень велика потребность корневой системы в кислороде. Даже кратковременное затопление посадок приводит к ее гибели. В результате переуплотнения почвы картофель сильно поражается ризоктониозом, черной ножкой и мокрой гнилью, фитофторозом и порошистой паршой (Шпаар, 2004). Кроме того, избыток влаги отрицательно влияет и на полезные виды микроорганизмов – в сильно увлажненных почвах, где затруднен доступ кислорода, наблюдается уменьшение их численности.

Перед тем, как проводить механическую обработку, следует удалить камни с полей. Этот прием имеет не только экономический эффект относительно сохранности техники, но и фитосанитарный – происходит снижение повреждений клубней и, тем самым, инфицирования их возбудителями многих бо-

лезней, например: фитофторозом, фузариозом, фомозом, альтернариозом, антракнозом, черной ножкой, кольцевой гнилью, бурой бактериальной гнилью.

Глубокая осенняя вспашка участка с оборотом пласта способствует тому, что устроившиеся на зимовку вредители (например, колорадский жук, проволочники) попадают на поверхность почвы и погибают в течение зимы. Возбудители болезней и их споры, наоборот, в более глубоких слоях пахотного горизонта быстро теряют свою жизнеспособность.

К весенней перепашке лучше всего приступать, когда земля хорошо рассыпается и не образует комков. Корневая система картофеля располагается, в основном, на глубине 20 – 25 см, поэтому толщина пахотного слоя под данную культуру должна быть не менее 27 – 30 см. Перед обработкой на участке разбрасывают минеральные удобрения (основное внесение). Благодаря осенней и весенней обработке почвы создается мощный рыхлый слой, что улучшает водный режим. Происходит постоянный обмен воздуха между пахотным слоем почвы и атмосферой, а это, в свою очередь, благоприятно сказывается на развитии корневой системы, образовании столонов и формировании клубней.

Соблюдение оптимальных сроков и глубины посадки, норм высадки клубней имеют важное значение для фитосанитарного состояния посадок картофеля.

Применение минеральных и органических удобрений

Питательные и вкусовые качества картофеля напрямую связаны с применением удобрений. В частности, содержание белка в клубнях при отсутствии подкормки не превышает 1 %, а при правильном внесении минеральных удобрений достигает 1,7 – 2,0 %. Для получения высоких урожаев и хорошего качества клубней удобрения должны быть доступны растениям вовремя, в необходимом количестве и в нужной форме. До 75 % требуемого азота, 66 % калия и фосфора, 50 % магния поглощается растениями до цветения.

Картофель очень требователен к питательным веществам. От правильного применения минеральных и органических удобрений в большой мере зависят не только урожайность и качество клубней, но и эффективность мер по защите растений. Кроме того, удобрения оказывают большое влияние на численность полезных микроорганизмов в почве. Общеизвестно, что органические удобрения активизируют размножение микробов-антагонистов, а вот действие минеральных удобрений, в зависимости от дозы, может дать даже негативный результат. Так, длительное применение высоких доз минеральных удобрений нарушает биологическое равновесие в почве.

Минеральные и органические удобрения лучше всего использовать вместе, внося их либо вразброс до перепашки почвы, либо в ряды во время посадки картофеля. Максимальное развитие растений происходит при пропорции азот : фосфор : калий как 1:1,2 – 1,4:1,5. Данные о влиянии различных микро- и макроэлементов на урожайность и качество клубней представлены в табл. 4.

Избыток азотных удобрений снижает устойчивость растений к болезням, ухудшает вкус клубней и ведет к накоплению нитратов. Слишком высокие дозы азотных удобрений оказывают отрицательное влияние на растения картофеля, поскольку интенсивно растет ботва и создаются благоприятные условия для развития фитофтороза и ризоктониоза. Кроме того, они увеличивают способность личинок колорадского жука к выживанию, могут маскировать симптомы вирусных болезней и этим затруднять фитопрочистку, удлинять вегетационный период, в результате чего ко времени уборки картофеля не наступает физиологическая спелость клубней. Отмечено, что повышенные и высокие дозы азота способствуют снижению процента крахмала в клубнях. В то же время при низком уровне азотного удобрения засорение полей выше, так как менее развитая ботва картофеля слабее подавляет сорняки.

Действие фосфора зависит от обеспеченности другими элементами питания и в первую очередь – азотом. Оптимальные дозы фосфора, при совместном внесении с азотно-калийным удобрением, нейтрализуют отрицательное действие азота и способствуют скорейшему созреванию растений. Фосфорные удобрения ускоряют процесс клубнеобразования и, тем самым, непосредственно влияют на крахмалонакопление, устойчивость к повреждениям и поражению болезнями. Так, при достаточном снабжении посадок картофеля азотом и калием и при повышенных дозах фосфора снижается поражение клубней фитофторозом. Кроме того, фосфорные удобрения повышают устойчивость картофеля к почвообитающим вредным организмам, например, к возбудителю парши обыкновенной.

Калийные удобрения повышают устойчивость растений картофеля к различным стрессовым факторам (холод, жара и др.), а клубней – к поражению болезнями. Форма калийного удобрения, в определенной мере, может модифицировать его действие. Так, при внесении KCl, по сравнению с K_2SO_4 , усиливается по-

раженность клубней вирусными болезнями, например, вирусом скручивания листьев.

Табл. 4.

Влияние различных питательных веществ на урожайность и некоторые качественные показатели клубней
(по данным Д. Шпаар, 2004 г.)

Показатель	Питательное вещество						
	N	P	K	MgO	CaO	B	Mn
Урожайность	+++	++	++	++	0+	+	+
Содержание крахмала	-	++	0	+	+	0	0
Содержание протеина	++	++	+	-	0	+	+
Размер и форма клубней		++	++				
Устойчивость к поражению болезнями	--	++	++	++	++		
Устойчивость к повреждениям	--	+	+	0+	0+		
Созревание	---	+	0	0	0	+	0
Механическая плотность кожуры	-	-	+	0	0	0	0
Способность к заживлению ран	--	+	+	0	0	+	0

Обозначения: + – слабое положительное влияние; ++ – положительное влияние; +++ – сильное положительное влияние; 0 – нет влияния или не установлено; -- слабое отрицательное влияние, особенно при слишком высоких дозах; -- – отрицательное влияние; --- – резко отрицательное влияние.

Нормы применения минеральных удобрений должны зависеть от количества внесенной органики и типа почвы. На дерново-подзолистых, суглинистых и супесчаных почвах следует вносить больше калия, чем азота и фосфора. На супесях, по сравнению с суглинками, общее количество всех видов питательных веществ должно быть выше примерно в 1,5 раза. На черноземах увеличивают долю фосфора. На торфяниках уменьшают долю азота и довольно значительно увеличивают долю калия.

На песчаных и супесчаных почвах азот интенсивно вымывается в результате выпадения осадков, поэтому растения плохо

Урожай в гармонии с природой

Лигногумат™

Свойства препарата:

1. Прилипатель;
2. Иммуномодулятор;
3. Адаптоген;
4. Стимулятор.

- **Предпосадочная обработка клубней** (Совместно с протравителями. Норма расхода препарата 50-100 гр/т клубней в зависимости от технологии обработки).
- **Внекорневые обработки:** (В составе баковых смесей с пестицидами, жидкими и растворимыми удобрениями. Норма расхода препарата 150 гр/га) в фазу:

- всходов;
- бутонизации;
- клубнеобразования.

РЕЗУЛЬТАТ:

- **Увеличение общей урожайности клубней и выхода средней фракции;**
- **Увеличение содержания крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях;**
- **Снижение уровня нитратов в клубнях.**

ООО “ЛИГНОГУМАТ”
195112, Санкт-Петербург,
Малоохтинский пр. 61 лит. А. пом. 18.
тел: +7 (812) 528-75-26, 333-07-30
e-mail: agro@lima.ru, www.lignohumat.com

развиваются. В этих случаях целесообразно их подкармливать, в том числе и азотными удобрениями, однако следует это делать только до цветения, пока не сомкнутся рядки.

При использовании разных форм минеральных удобрений необходимо придерживаться следующих правил: азотные и фосфорные удобрения смешивают только в том случае, если они гранулированные, в противном случае их обязательно вносят раздельно; калийные удобрения всегда вносят отдельно.

Органические удобрения снабжают растения необходимыми питательными веществами, разрыхляют почву, улучшают ее структуру и повышают плодородие. С фитосанитарной точки зрения органические удобрения – ценный питательный субстрат для сапрофагов, антагонистически действующих на почвообитающие вредные организмы почвенной микрофлоры и, тем самым, определяющих антифитопатогенный потенциал почвы. Микробиологическая активность почвы при поступлении в нее легкоразлагаемой органической массы повышается. За счет фунгистатического действия развитие постоянных форм вредных организмов в почве замедляется тем больше, чем выше микробиологический антагонизм.

Лучшим органическим удобрением является **перепревший навоз**. При внесении вразброс под осеннюю или весеннюю перепашку его средняя норма составляет 30 – 40 т/га, максимальная – 60 – 80 т/га.

Внесение свежего навоза приводит к неконтролируемой передозировке почвы азотом, вызывающим избыточный рост ботвы и задержку образования клубней. В результате создаются благоприятные микроклиматические условия для развития фитофтороза, ризоктониоза; клубни, не успевающие сформировать плотную кожуру, легко травмируются и заражаются во время уборки многими патогенами, например: *Fusarium* sp (возб. сухой гнили); *Phytophthora infestans* (возб. фитофтороза); *Phoma exigua* var. *foveata*, *Phoma exigua* var. *exigua* (возб. фомоза); (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (возб. мокрой гнили); *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (возб. мягкой гнили и черной ножки); *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (возб. кольцевой гнили) и др. Все это создает дополнительные условия, способствующие эпифитотийному развитию болезней в период хранения картофеля.

Торф, как органическое удобрение под картофель или для смеси с навозом, можно использовать только после проветривания, во время которого вредные для растений закисные соединения железа и алюминия превращаются в безвредные окисные. Процесс окисления у мелкораздробленного торфа идет сравнительно быстро – от 1 до 3 недель. Влажность торфа должна быть не менее 60 %, поскольку сухой торф отнимает влагу у почвы. В засушливую весну это может отрицательно сказаться на всходах и развитии растений.

Компост – смесь торфа с навозом или навозной жижей, зеленой растительной массой, минеральными труднорастворимыми удобрениями. В компосте должно быть от 25 до 50 % навоза, фосфоритной муки (на 10 кг торфа) – от 2 до 4 кг, суперфосфата – от 1 до 2 кг. Компоненты для компостирования укладывают в штабель, размещая их слоями; внизу располагают слой торфа толщиной 25 – 30 см. Компост вносят под картофель в тех же дозах (30 – 40 т/га), что и навоз, применяя либо сплошную заделку, либо внесение в лунки.

Средняя норма внесения **куриного помета** составляет от 20 до 30 т/га, максимальная – 40 т/га. Специально высушенный куриный помет отличается хорошей сыпучестью и применяют его в значительно меньших дозах – не более 4 – 8 т/га.

Картофель очень хорошо отзывается на сидеральные (запахиваемые в почву) **зеленые удобрения**, в качестве которых применяют бобовые растения (люпин, донник, клевер, сою и др.), а также горчицу, рапс, многоукосную или обычную рожь, зернобобовые смеси (горохоовсяную и викоовсяную). Они, по сути, заменяют навоз, улучшают структуру почвы, обогащают ее питательными веществами. Особенно благоприятно сидераты действуют на легких песчаных и супесчаных почвах. Зеленую массу сидеральных культур заделывают в почву в конце лета или ранней осенью. На приусадебном участке под сидеральными растениями можно ежегодно занимать часть площади, постепенно пропуская их через весь участок, то есть, соблюдая определенный севооборот.

Естественным и очень эффективным минеральным удобрением является **древесная зола** (или **зола соломы**), которая содержит 3 – 5 % фосфора, 10 – 20% калия и 2 – 3% магния. Она снижает кислотность почвы и значительно улучшает вкусовые качества клубней. Золу вносят весной вразброс перед вспашкой почвы (оптимальное ее количество составляет 0,7 – 1,5 т/га) или меньшими дозами непосредственно в лунки и перемешивают с землей. Заранее собранную золу хранят в сухом месте, не допуская попадания в нее влаги. Она улучшает состав всех типов почв, ее рекомендуют использовать как дополнение к промышленным минеральным удобрениям.

Отсутствие макро – или микроэлементов, или их недостаток вызывают изменения в растениях картофеля, кроме того, могут

создаваться благоприятные условия для развития инфекционных болезней. Недостаток макро- и микроэлементов можно определить по внешним симптомам, или провести анализы почвы и растений.

Кислотность почвы. Для роста картофеля оптимальная почвенная реакция находится в пределах pH 5,5 … 5,8 (слабокислая почва), при более кислой реакции урожай снижается, особенно на легких почвах, на которых одновременно наблюдается и недостаток магния. С приближением почвенной реакции к щелочной (pH более 6) картофель сильнее поражается паршой обыкновенной. Вносить известь следует не под картофель, а под другие культуры севооборота. На очень кислых почвах известь можно вносить по стерне предшественника.

Показатели потребности почв в известковании, в зависимости от величины pH, представлены в табл. 5.

Табл. 5.

Дозы извести на различных по кислотности и механическому составу почвах (в т/га)

Почва	pH солевой вытяжки					
	до 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
Песчаная	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
Супесчаная	3,5	3,0	2,5	2,5	1,5	1,5
Легкосуглинистая	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистая	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистая	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

Указанные в таблице дозы извести рассчитаны на доведение реакции почвы до слабокислой (pH 5,5).

Комплексное использование указанных приемов в сочетании с другими защитными мероприятиями дает возможность получать высокий и качественный урожай клубней картофеля.

Подбор сортов

Выращивание устойчивых к болезням сортов картофеля является экономически эффективным и экологически безопасным элементом интегрированной защиты. В Российском Государственном ре-

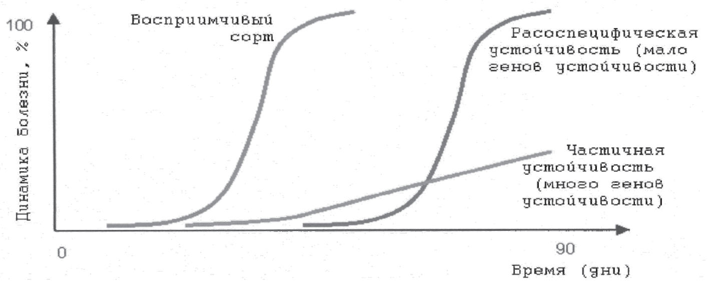

Рис. 5. *Примеры теоретических кривых развития фитофтороза на разных по устойчивости сортах*

естре селекционных достижений, допущенных к использованию», изданному в 2008 году, насчитывается 264 сорта. Все внесенные в реестр сорта, за исключением Волжанин, Гибридный ВК-1, Ермак улучшенный, Лорх, Приобский, устойчивы к раку картофеля.

К фитофторозу картофеля известны два типа устойчивости: вертикальная и горизонтальная. **Вертикальная устойчивость** является расоспецифической, и связана она с доминантными генами (R-генами), содержащимися в используемых селекционерами для скрещивания диких видах *Solanum*: *S. demissum* и *S. stoloniferum*. R-гены обеспечивают гиперчувствительную реакцию пораженных тканей, в результате которой место внедрения патогена локализуется отмершими тканями. Патоген погибает, и на листе остается небольшое некротическое пятно. К сожалению, достигнуть длительной устойчивости с помощью указанных генов невозможно, поскольку вирулентные расы, способные преодолевать отдельные гены устойчивости, всегда присутствуют в любой популяции *P. infestans*.

Горизонтальная (расонеспецифическая) устойчивость сдерживает развитие болезни, не подавляя ее полностью (в отличие от расоспецифической). Она является полигенной, действует против всех рас *P. infestans*, и потому более стабильна и длительна, чем расоспецифическая. Однако необходимо учитывать, что полученные в полевых условиях оценки устойчивости к фитофторозу характеризуют совокупность вертикальной и горизонтальной устойчивости и не позволяют вычленить вклад отдельных генов картофеля в устойчивость. С 2007 года во Всероссийском НИИ фитопатологии при финансовой поддержке МНТЦ (проект № 3714) проводится работа по оценке вклада R генов в долговременную устойчивость к фитофторозу.

С учетом классификации Международного картофельного центра и результатов наших исследований сорта картофеля по степени расонеспецифической фитофтороустойчивости могут быть сгруппированы следующим образом (табл. 6).

Известно, что на разных по устойчивости к фитофторозу сортах картофеля первичное проявление болезни и ее дальнейшее развитие происходит неодинаково (рис. 5).

Выращивание фитофтороустойчивых сортов картофеля дает возможность сокращать кратность применения фунгицидов и снижать вредоносное влияние фитофтороза на урожай и качество клубней там, где фунгициды не применяют (табл. 7).

Табл. 6

Уровень устойчивости сорта к фитофторозу

	Степень пораженности растений (балл)	Расчетные потери урожая (%)
Устойчивый	9 – 8	< 5
Умеренно-устойчивый	7 – 6	5 – 15
Умеренно-восприимчивый	5 – 4	16 – 35
Восприимчивый	3 – 1	> 35

Табл. 7

Средние потери урожая восприимчивых и устойчивых сортов картофеля от фитофтороза в хозяйствах различных категорий (Московская обл., 2004 г.)

Категория хозяйств	Обследуемые хозяйства (количество)	Потери урожая (%)	
		Восприимчивые сорта	Устойчивые сорта
Фермеры (химическая защита)	13	19	3
Личные огороды (без химической защиты)	8	46	10

По нашим данным, умеренно-устойчивыми к **фитофторозу** являются следующие сорта: Луговской, Прибрежный, Наяда, Батя, Вэлор, Подарунок, Губернатор, Брянская новинка, Удача, Белоснежка, Русский Сувенир, Ветеран, Снегирь и др. Сведения об уровне устойчивости сортов можно получить в Государственной комиссии Российской федерации по испытанию и охране селекционных достижений или ее региональных отделениях.

Выращивание относительно устойчивых сортов к таким болезням как: **альтернариоз** (Бронницкий, Брянский деликатес, Волжанин, Голубизна, Лина, Любава, Мастер, Невский, Никулинский, Победа, Резерв, Ресурс, Сказка, Скороплодный); **ризоктониоз** (Акросия, Алена, Аспия, Белоснежка, Брянская новинка, Весна, Вестник, Волжанин, Красная роза, Накра, Невский, Никулинский, Резерв, Удача, Скороплодный); **обыкновенная парша** (Алиса, Аспия, Бежицкий, Брянская новинка, Брянский ранний, Вестник, Голубизна, Детскосельский, Жуковский ранний, Лакомка, Любава, Любимец, Прибрежный, Сказка, Снегирь, Чародей, Эффект) способствует получению хорошего урожая картофеля.

Известны сорта, устойчивые к таким абиотическим факторам как жара, засуха, резкое переувлажнение почвы. **Жаро – и засухоустойчивостью отличаются:** Алена, Белоснежка, Вестник, Волжанин, Голубизна, Горянка, Ермак улучшенный, Жуковский ранний, Ильинский, Кемеровский, Красноярский ранний, Краснопольский, Лина, Лира, Лорх, Лукъяновский, Малиновка, Нарт 1, Осень, Победа, Ресурс, Розовый из Милет, Самарский, Сапрыкинский, Утенок. **К переувлажнению почвы** относительно устойчивы Ресурс, Удача, Эффект (Симаков и др. 2005 г).

Качество семенного материала и подготовка клубней к посадке

Картофель – вегетативно размножаемая культура, поэтому многие болезни способны передаваться из года в год через зараженные семенные клубни. Поэтому особое внимание следует уделять подготовке посадочного материала.

Основные мероприятия направлены на предупреждение, подавление или уничтожение первичной инфекции, от которой начинается развитие болезней. Наиболее важными из них являются: предпосадочная отбраковка зараженных клубней, уничтожение куч и мест свалок больного картофеля, предпосадочная подготовка семенных клубней, включающая озеленение, проращивние, обработку микроэлементами и фунгицидами.

Недопустима посадка картофеля случайным семенным материалом и мелкими клубнями – они могут оказаться собранными с растений, пораженных вирусными и бактериальными болезнями. Обычно такие клубни не имеют внешних признаков пора-

жения, а симптомы болезней проявляются во время вегетации растений. Для посадки следует использовать сертифицированный семенной картофель – суперсуперэлиту, суперэлиту и элиту, к которым, согласно действующим стандартам, предъявляются самые жесткие требования по качеству, или репродукционный – требования к которому менее жесткие (табл. 8).

Осенняя и весенняя переборки картофеля предотвращают попадание на участок больных клубней, от которых затем идет распространение болезней. Для более полного выявления пораженных клубней картофель после переборки рекомендуется выдержать 10 – 15 дней при температуре 14 – 18 °С, после чего следует провести повторную переборку. Отбраковываются клубни, пораженные фитофторозом, ризоктониозом, черной ножкой, паршой обыкновенной, паршой серебристой, паршой порошистой, фомозом, фузариозом, антракнозом, альтернариозом, а также с признаками бактериальных гнилей.

Не рекомендуется резать семенные клубни, так как этот прием способствует перезаражению посадочного материала вирусами и бактериями, а также поражению вредными организмами, находящимися в почве. Если данный прием необходим, то после резки каждого клубня нож необходимо стерилизовать в растворе лизола или лизоформа. После этого половинки картофелины на 2 – 3 часа оставляют на открытом воздухе для заживления среза. Практикуют также обработку разрезанной поверхности клубня золой или цементом.

Для получения более ранних всходов семенные клубни следует проращивать на свету в течение 20 – 25 дней при температуре 16 – 20 °С. Повышенная температура способствует пробуждению ростков, от таких клубней всходы появляются на 10 – 12 дней раньше.

Предназначенный для проращивания картофель раскладывают в ящики (не более 3 слоев), которые периодически меняют местами для равномерного освещения. Необходимо регулярно осматривать клубни, удалять больные, не проросшие, с нитевидными или очень тонкими ростками. Нельзя допускать попадания на клубни прямых солнечных лучей, а также капельно-жидкой влаги. При проращивании больших партий в картофелехранилище желательно использовать искусственное освещение.

Проращивание клубней является эффективным приемом в борьбе с ризоктониозом и фитофторозом. Преимущество использования пророщенного посадочного материала особенно заметно в годы, когда картофель массово поражается фитофторозом – урожай клубней у таких растений успевает сформироваться еще до появления болезни.

Табл. 8.

Основные нормативные допуски действующих стандартов при клубневом анализе семенных партий картофеля

Болезнь или дефект	Класс семенного материала	Допуск,%
Черная ножка	ССЭ, СЭ, Э	Н/Д
	1Р	0,1
	2Р	0,3
	3Р	0,5
Кольцевая гниль	ССЭ, СЭ, Э,1Р, 2Р	Н/Д
	3Р	0,2
Фитофтороз	ССЭ, СЭ, Э	0,5
	1Р	0,7
	2Р	1,2
	3Р	2,0
Сухая гниль (фузариозы, фомоз)	ССЭ, СЭ, Э	0,5
	1Р, 2Р,3Р	1,0
Стеблевая нематода	ССЭ, СЭ, Э,1Р,	Н/Д
	2Р	0,3
	3Р	0,5
Парша обыкновенная (более 1/4 ПК)	ССЭ, СЭ	0,5
	1Р, 2Р,3Р	2,0
Ризоктония (от 1/8 до 1/4 ПК)	ССЭ, СЭ,	0,5
	Э	1,0
	1Р	1,2
	2Р	2,0
	3Р	2,5
Железистая пятнистость, потемнение мякоти (более 1/4ПК)	Все классы	5,0
Механические повреждения	Все классы	5,0
Сортовые примеси	ССЭ, СЭ, Э,1Р,	Н/Д
	2Р,3Р	0,2

Обозначения: ССЭ – суперсуперэлита, СЭ – суперэлита, Э – элита, 1Р,2Р, 3Р- 1-ая, 2-ая, 3-я репродукция, соответственно, ПК – поверхность клубня.

Табл. 9

Химические препараты, разрешенные в РФ для предпосадочной и (или) послеуборочной обработки клубней картофеля против возбудителей болезней, 2007 г.

Препарат, норма расхода на 1 т картофеля	Действующее вещество	Спектр действия							
		фитофтороз	альтернариоз	фомоз	фузариоз	ризоктониоз	обыкновенная парша	порошистая парша	серебристая парша
Перед посадкой									
Максим, КС (04 л/т)	Флудиоксонил	(+)			(+)	+	(+)	+	+
ТМТД, СП (2,1 – 2,5 кг/т)	Тирам	(+)				+		+	+
Манкоцеб, Утан, Дитан М-45, Пенн-коцеб, (2 – 2,5 кг/т)	Дитиокарбоматы	(+)				+			
Вист, шашки насыпные 10 – 50 г/т.	Тиабендазол					+			
Витавакс 200 СП, (2 кг/т)	Карбоксин + тирам					+			
Фенорам Супер,СП (2 кг/т)	Карбоксин + тирам					+			
Колфуго Супер Колор, КС (0,2 – 0,3 л/т)	Карбендазим				+	+			
Перед закладкой на хранение									
Максим, КС (0,2 л/т)	Флудиоксонил		+	+	+	+		+	+
Вист, шашки на-сыпные 10 – 50 г/т.	Тиабендазол			+	+				

+ есть эффект; (+) некоторый эффект

Обработка семенных клубней картофеля

Предпосадочная обработка клубней направлена в первую очередь против клубне – и почвообитающего гриба *Rhizoctonia solani*. Высокую эффективность в защите картофеля от этого заболевания показали препараты на основе следующих действующих веществ: флудиоксонила (Максим); карбендазима (Колфуго Супер Колор); тиабендазола (Вист шашки) (табл.9).

Фунгициды, применяемые для протравливания клубней, обладают контактным действием и не оказывают влияния на инфекцию внутри клубня. К сожалению, нет ни одного химического препарата, разрешенного к применению для предпосадочной обработки клубней против фитофтороза. Однако установлено, что обработка клубней перед посадкой препаратом Максим в дозе 0,4 л/т, задерживает развитие фитофтороза.

Некоторый положительный эффект указанных выше препаратов получен и против серебристой парши (возб. *Helminthosporium solani*), бугорчатой парши (возб. *Oospora pustulans*), фомоза (возб. *Phoma exigua* var. *foveata*), фузариоза (возб. *Fusarium* spp.), альтернариоза (возб. *Alternaria* sp.), антракноза (возб. *Colletotrichium coccodes*). Однако основное заражение клубней этими патогенами происходит в период уборки и транспортировки, а развитие продолжается в период хранения, особенно при несоблюдении его режима. Зараженные клубни в дальнейшем являются хорошей средой для вторичных гнилей, возбудителями которых являются, в основном, сапрофитные грибы и бактерии. Кроме того, серебристая, бугорчатая парша и фузариоз могут не только продолжать развиваться в пределах зараженного клубня, но и распространяться на окружающие здоровые клубни. Поэтому очень важна обработка семенного материала фунгицидом перед закладкой на хранение, и провести ее следует как можно раньше, после уборки урожая.

Для предпосадочной и послеуборочной обработки клубней препаратом Максим можно использовать установки для малообъемного опрыскивания ПУМ-30 или Мафекс. Следует учитывать, однако, что зарегистрированные в нашей стране препаративные формы таких фунгицидов, как Манкоцеб и Колфуго Супер, не приспособлены для малообъемного опрыскивания.

Обрабатывать клубни погружением в рабочий раствор препарата не следует, поскольку такой прием часто приводит к перезаражению их бактериозами. А высокоэффективных средств для борьбы с бактериальными болезнями пока нет.

В некоторых хозяйствах в борозды при посадке картофеля вносят фунгицид Максим в дозе 1,2 – 1,6 л/га совместно с инсектицидом Актара в дозе 300 г/га. Этот прием позволяет защитить картофель от ризоктониоза и колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*). Кроме того, подавляется развитие тлей – переносчиков вирусов при их раннем весеннем лете. Внесение Актары в почву в дозе 0,4 – 0,6 кг/га эффективно и против проволочника (личинок различных видов жуков семейства щелкунов – (Elateridae)).

13. ПОСАДКА КАРТОФЕЛЯ

Срок посадки

Срок посадки оказывает значительное влияние на урожайность и качество клубней. Картофель следует высаживать, по возможности, в ранние сроки, что ограничивает распространение вирусов. Так, при ранних сроках посадки картофель раньше, до лета тлей-переносчиков, достигает возрастной устойчивости и, тем самым, меньше страдает от вирусных болезней. Однако при определении срока посадки следует учитывать погодные условия, состояние почвы и ее температуру, прогреваемость, а также физиологическое состояние клубней. Сажать картофель следует, когда температура почвы на глубине 10 – 12 см составляет 7 – 8 °С. Обычно это бывает при установлении среднесуточной температуры воздуха выше 8 °С. Корни образуются при температуре 7 °С и выше. При более низкой температуре высаженные клубни долгое время не прорастают, на их поверхности преждевременно могут появляться столоны с большим количеством клубеньков – происходит израстание клубней.

Температура почвы весной обычно не является сдерживающим фактором для посадки картофеля, в отличие от ее влажности. Посадка при достаточной температуре, но в слишком влажную почву, может привести к поражению клубней ризоктониозом, бактериальными болезнями. При влажности почвы более 75 % полной влагоемкости посадку картофеля проводить нельзя.

Посадку следует проводить быстро. Каждый сорт необходимо высаживать на одном поле в самые короткие сроки (не более 5 – 7 дней), в противном случае обработки растений пестицидами могут быть менее эффективными, поскольку время их проведения связано с определенными фазами развития растений.

Глубина посадки и расход посадочного материала

Чтобы обеспечить одновременные всходы, глубина посадки клубней должна быть одинаковой. В зависимости от типа почв и погодных условий картофель сажают в гребни, гряды или применяют гладкую посадку.

При достаточном увлажнении на суглинистых почвах клубни сажают в гребни на глубину 6 – 10 см. В этом случае почва лучше проветривается и прогревается, а клубни быстрее прорастают и всходят. С образованием хлорофилла в проростках повышается и устойчивость к поражению ризоктониозом. Слишком глубокая посадка клубней уд-

линяет срок их прорастания, со всеми вытекающими из этого отрицательными последствиями для всходов. При образовании почвенной корки всходы могут слабо прорывать ее, подвергаются поражениям почвообитающими грибами и бактериями.

На низинных торфянистых и тяжелосуглинистых почвах с высоким уровнем грунтовых вод картофель следует сажать в гряды. При этом устраняется возможность поражения всходов ризоктониозом и другими болезнями, а также затопления участка, особенно в холодную и сырую весну.

В районах недостаточного увлажнения, на всех типах почв, более целесообразна гладкая посадка на 8 – 10 см, считая расстояние от верхней части клубня до поверхности почвы. При этом способе посадки почва испаряет меньше влаги, что имеет большое значение в засушливые весну и лето.

Кроме правильного срока и глубины посадки картофеля, очень важна оптимальная густота стеблестоя. Оптимальное количество растений продовольственного картофеля на 1 га составляет 38 – 50 тыс., семенного – 42 – 60 тыс. Густота посадки зависит от размера клубней и плодородия почвы: чем мельче семенной материал, тем больше должна быть густота. На среднеудобренных почвах при средней крупности посадочного материала (50 – 60 г) лучшие схемы посадки – 60 × 25, 60 × 30, 60 × 35, 70 × 30 см; более крупные клубни сажают реже – 60 × 35, 70 × 30, 70 × 35 см. Массу посадочных клубней можно приблизительно оценить по табл. 10. На хорошо окультуренных, плодородных почвах, посадка может быть несколько гуще, чем на слабоокультуренных, без внесения достаточного количества удобрений. Поля с оптимальной густотой стеблестоя при равномерном распределении растений по полю, как правило, меньше страдают от вредителей и вирусных болезней. Загущенность же приводит к изменению микроклимата, что способствует развитию фитофтороза, ризоктониоза, вирусов.

Табл. 10

Расход посадочного материала (по Д. Шпаар, 2004).

Размер клубней, мм	Масса клубней, г.	Продовольственный картофель		Семенной картофель	
		тыс. раст./га	ц/га	тыс. раст./га	ц/га
30 – 45	40 – 45	48 – 50	21 – 25	55 – 60	24 – 27
30 – 55	60 – 65	42 – 45	26 – 30	48 – 52	29 – 32
45 – 55	80 – 85	38 – 40	31 – 33	42 – 46	35 – 40

14. УХОД ЗА ВЕГЕТИРУЮЩИМИ РАСТЕНИЯМИ

Обработка междурядий и борьба с сорной растительностью

После посадки картофель требует проведения работ по сохранению и созданию в междурядьях рыхлой почвы, борьбе с сорняками, ускорению появления всходов и клубнеобразования, предуборочному удалению ботвы. Конкретные меры определяются в зависимости от почвы, ее структуры, преобладающих погодных условий, появления определенных видов сорняков.

На переуплотненных и влажных почвах картофель в сильной мере поражается ризоктониозом, черной ножкой и мокрой гнилью, фитофторозом и порошистой паршой. Поверхностное рыхление почвы препятствует проникновению к клубням спор *P. infestans*, смываемых дождями с листьев растений.

Учитывая слабую конкурентноспособность картофеля в период всходов – смыкания ботвы, необходима борьба с сорняками. Борьбу с сорняками необходимо проводить и потому, что среди них имеются растения-хозяева возбудителей ряда болезней картофеля, например: пастушья сумка, звездчатка средняя и фиалка полевая – вируса погремковости табака (Tobacco rattle virus), вызывающего ржавость клубней картофеля; клевер, вьюнок полевой, люцерна – красновершинности (фитоплазма); донник желтый, донник мелкоцветковый, вьюнок полевой, дурман обыкновенный, крестовник обыкновенный, марь белая, молочай-солнцегляд, осот полевой, пастушья сумка, яснотка пурпурная – вируса Y; горец птичий, дурман обыкновенный, паслен сладко-горький, паслен черный – вируса скручивания листьев; вероника посевная, донник белый, дурман обыкновенный, клевер пунцовый, клевер луговой, льнянка обыкновенная, одуванчик лекарственный, пикульник красивый, щирица запрокинутая – вируса X; паслен сладко-горький – бурой бактериальной гнили. Засоренные сорняками посадки хуже проветриваются, в них создаются благоприятные условия для поражения картофеля фитофторозом, ризоктониозом (развивается базидиальная стадия гриба – белая ножка).

Орошение

Картофелю в период активного роста требуется около 4 мм воды в день (Шпаар, 2004). Поэтому если влаги недостаточно, то необходим полив. Орошение всех сортов картофеля можно на-

Табл. 11

Проведение различных мероприятий с целью снижения вредоносности болезней картофеля

Мероприятия	фитофтороз	альтернариоз	фомоз	фузариоз	Ризоктониоз	Обыкновенная парша	Порошистая парша	Серебристая парша	Мокрая гниль	Кольцевая гниль	Бурая бактериальная гниль
Севооборот	+	+	+	-	+	(+)	+	(+)	+	+	+
Выбор устойчивых сортов	+	(+)	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-
Использование здоровых семян	+	(+)	+	+	+	(+)	+	+	+	+	+
Проращивание посадочных клубней	+	-	(+)	(+)	+	(+)	-	-	+	-	-
Протравливание посадочного материала	(+)	(+)	+	(+)	+	-	+	+	-	-	-
Борьба с сорняками	+	+	-	-	+	-	-	-	(+)	(+)	+
Сбалансированное питание растений	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Обработки фунгицидами вегетирующих растений	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Удаление ботвы за 2 недели до уборки	+	+	(+)	+	+	-	-	-	+	+	+
Щадящая уборка	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Создание условий для заживления поврежденной ткани	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Быстрая сушка при хранении	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
Оптимальный режим хранения	+	+	+	+	(+)	-	-	+	+	+	+

+ есть эффект; (+) некоторый эффект; – нет эффекта

чинать с периода клубнеобразования (начальная стадия бутонизации). Прекращать полив следует в начале созревания клубней (при пожелтении нижних листьев). В любом случае почва должна успеть подсохнуть к началу уборки.

Величина однократного полива варьирует, как правило, от 20 до 30 мм. Пониженные нормы однократного полива надо применять на почвах, подверженных эрозии. Суммарная величина вносимой в почву воды варьирует от 75 до 105 мм для раннего картофеля на почвах с низкой влагоёмкостью, 50 – 85 мм – на почвах со средней влагоёмкостью, 30 – 70 мм – с высокой. Для сортов других групп спелости требуется больше поливов, в связи с чем суммарный расход воды при их поливе увеличивается до 100 – 140 мм на почвах с низкой влагоёмкостью, 75 – 130 мм и 65 – 115 мм на почвах со средней и высокой влагоёмкостью соответсвенно.

При использовании орошения следует придерживаться следующих правил:

- в орошаемые севообороты включать только сорта с самой высокой потенциальной урожайностью,
- при последнем окучивании создать широкие и высокие гребни, чтобы предотвратить промывку клубней и их последующее позеленение и поражение болезнями,
- для борьбы с фитофторозом использовать только трудно смываемые с листьев фунгициды, по возможности проводить обработки сразу после дождевания.

Химическая защита растений в период вегетации

Вегетирующие растения картофеля нуждаются в защите от грибных болезней (фитофтороза и альтернариоза), а также от сорной растительности. В борьбе с **фитофторозом** можно использовать одну из двух стратегий применения фунгицидов: опрыскивание по прогнозу развития болезни или в строго фиксированные сроки (рутинная схема), чтобы обеспечить постоянное наличие на ботве фунгицида до ее предуборочного уничтожения. Определение первой и последующих дат обработок растений попрогнозу развития болезни ведется на основе Систем Принятия Решений (СПР). В настоящее время в развитых картофелеводческих странах эксплуатируют около 20 различных СПР. Подробная информация о них изложена в журнале «Защита и карантин растений», № 12, 2006 г. и в соответствующем разделе книги.

Если методы СПР хозяйству недоступны, то первую обработку восприимчивых к фитофторозу сортов картофеля следует начинать в момент, когда растения достигли высоты 15 – 20 см, повторные – проводить с учетом продолжительности фунгицидного действия применяемых препаратов (через 7 – 10 дней). К обработкам умеренно-устойчивых сортов можно приступить позже – при обнаружении первых симптомов болезни на ближайших посадках восприимчивых сортов. В тех случаях, когда симптомы болезни появились в более ранние сроки или первичным источником инфекции является пораженная рассада томата, к обработкам картофельных посадок необходимо приступать немедленно.

Результативность повторных опрыскиваний в значительной мере зависит от того, насколько успешным было первое применение фунгицида. Обработки должны быть направлены не на лечение, а на профилактику болезни. При поражении 1 % листовой поверхности растений эффект опрыскивания резко снижается, при 10 % остановить развитие болезни уже невозможно. Необходимо, чтобы растения находились под фунгицидом в течение всего периода их вегетации, до уборки урожая или предуборочного уничтожения ботвы, поскольку поражение фитофторозом клубней может быть сильное даже при слабом поражении надземной части растений.

К снижению эффективности приводит также увеличение интервалов между опрыскиваниями, в результате чего кратность необходимых обработок сокращается; несоблюдение рекомендованных доз препаратов, слишком раннее прекращение опрыскиваний.

При выборе фунгицида для первой и последующих обработок важно учитывать механизм его действия, способность защищать клубни нового урожая, риск возникновения резистентных к нему форм патогена. При этом нужно обязательно соблюдать принятую для каждого фунгицида максимальную кратность применения.

Действующие вещества антифитофторозных препаратов могут проявлять **защитную, лечебную (куративную) и антиспорулянтную активность** (табл. 12).

- **Защитная активность** – споры гибнут перед заражением. Препарат должен присутствовать на листьях и стеблях до прорастания спор. После заражения препарат не действует на патогена.
- **Куративная (лечебная) активность** – препарат действует на патогена какое-то время после заражения, но не позже образования на растениях видимых симптомов болезни.
- **Антиспорулянтная активность.** При таком характере действия сдерживается образование спор.

Табл. 12.

Рейтинг эффективности действующих веществ, оцененный независимыми экспертами Евросоюза (2007 г.)

Фунгицид	Характер действия		
	Защитный	Лечебный	Антиспорулянтный
Маталаксил-М (мефеноксам) + манкоцеб	++(+)	++(+)	++(+)
Диметоморф + манкоцеб	++(+)	+	++
Цимоксанил + манкоцеб	++	++	+
Фамоксадон + цимоксанил	++	++	+
Фенамидон + манкоцеб	++(+)	0	+(+)
Флуазинам	+++	0	0
Хлороталонил	++	0	0
Дитиокарбаматы	++	0	0
Соли меди	+(+)	0	0

Примечание: 0 – нет эффекта; + – умеренный эффект; ++ – хороший эффект; +++ – очень хороший эффект

Действующие вещества имеют разную активность в защите листьев, стеблей и клубней, а также отличаются по подвижности в тканях растений (табл. 13).

- **Системные** действующие вещества передвигаются в тканях растения от листа к листу, из надземных частей в клубни, из клубней – в надземные части.
- **Трансламинарные** действующие вещества передвигаются только в пределах тканей листа.
- **Контактные** действующие вещества – находятся только на поверхности тканей растения.

Независимыми экспертами Евросоюза приведен рейтинг действующих веществ по устойчивости к дождю (табл. 14).

Указанные ниже фунгицидные вещества, применяемые для защиты картофеля от фитофтороза в РФ, сгруппированы по химическому составу, а также по характеру биохимического и биологического действия (моносайтовые и мультисайтовые).

Моносайтовые:

Фениламиды принадлежат к химическому классу ацилаланинов. Эта группа фунгицидов включает металаксил и мефеноксам (металаксил М.)

Табл. 13

Рейтинг действующих веществ по эффективности и передвижению в растении, оцененный независимыми экспертами Евросоюза (2007 г.)

Фунгицид	Эффективность			Передвижение в растении
	Листья	Стебли	Клубни	
Маталаксил-М (мефеноксам) + манкоцеб	+++	++	N/A	системный + контактный
Флуазинам	+++	+	++(+)	контактный
Диметоморф + манкоцеб	++(+)	+(+)	++	трансламинарный + контактный
Фенамидон + манкоцеб	++(+)	+(+)	++	трансламинарный + контактный
Цимоксанил + манкоцеб	++(+)	+(+)	0	трансламинарный + контактный
Фамоксадон + цимоксанил	++	+(+)	N/A	контактный + трансламинарный
Дитиокарбаматы	++	+	0	контактный
Хлороталонил	++	(+)	0	контактный
Соли меди	+	+	+	контактный

Примечание: 0 – нет эффекта; + – умеренный эффект; ++ – хороший эффект; +++ – очень хороший эффект; N/A – не рекомендуется применять для защиты клубней

Табл. 14.

Рейтинг действующих веществ по устойчивости к дождю, оцененный независимыми экспертами Евросоюза (2007 г.)

Устойчивость к дождю	Действующее вещество
+++ очень хорошее	Мефеноксам, Металаксил – М, Пропамокарб-гидрохлорид.
++(+)	Хлороталонил, Флуазинам, Диметоморф
++ хорошее	Цимоксанил, Фамоксадон, Фенамидон
+(+)	Дитиокарбаматы
+ среднее	Соли меди

ˇ *Действие:* ингибируют синтез рибосомной РНК.

ˇ *Подвижность:* Системный

ˇ *Активность:* защитная, куративная и антиспорулянтная. На картофеле разрешено применять следующие препараты: Ридомил Голд МЦ (смесь мефеноксама с манкоцебом), Метаксил, Метамил МЦ, Юномил МЦ (смеси металаксила с манкоцебом).

Основные правила применения фениламидсодержащих фунгицидов: до появления болезни; до окончания цветения; не более 2 – 3 раз за сезон; с интервалом не более 10 дней; только на посадках товарного картофеля.

Имидазолиноны: представитель: фенамидон

ˇ *Действие:* ингибирует энзиматический комплекс III в дыхательной цепи митохондрий.

ˇ *Подвижность:* отнесен к трансламинарным фунгицидам.

ˇ *Активность:* Защитная. *P. infestans* наиболее чувствительна к фенамидону во время выхода из зооспорангиев зооспор и их движения. Более поздние стадии развития патогена контролируются слабее. Продолжительность куративной активности ограничена 1 – 2 днями после применения. На картофеле разрешено применять препарат Сектин Феномен (смесь фенамидона с манкоцебом).

В настоящее время, случаи обнаружения резистентных форм патогена не установлены.

Оксазолидинедионы представитель: Фамоксадон

ˇ *Действие:* как и фенамидон, ингибирует энзиматический комплекс III в дыхательной цепи митохондрий, однако в отличие от него, слабо растворим в воде.

ˇ *Подвижность:* Контактный

ˇ *Активность:* Защитная

Препараты, разрешенные к использованию на картофеле: Танос (смесь фамоксадона с цимоксанилом). Куративный и некоторый искореняющий эффект, проявляемый этим препаратом, обеспечивается цимоксанилом.

Цианоацетатамидоксимы представитель: Цимоксанил

ˇ *Действие:* Биохимический механизм действия неизвестен, ингибирует рост интерцеллюлярного мицелия, образование зооспорами гаусторий и спорообразование.

ˇ *Подвижность:* Трансламинарный. В связи с высокой акропетальной подвижностью его нередко относят к полностью системным действующим веществам.

ˇ *Активность:* Из-за быстрой деградации в тканях расте-

ний, его куративная и искореняющая активность ограничивается 1 – 2 днями. Отмечены случаи существенного снижения эффективности препаратов, содержащих цимоксанил в условиях жаркой погоды. Препараты, разрешенные к использованию на картофеле: Пилон, Ордан, Курзат (смеси цимоксанила с хлорокисью меди), Танос (смесь фамоксадона с цимоксанилом).

Риск развития резистентных к цимоксанилу популяций *P. infestans* имеется, но пока резистентных штаммов не обнаружено.

Коричные кислоты представитель: Диметоморф.

ˇ *Действие:* ингибирует синтез фибриллярных компонентов клеточных стенок патогена, вызывая их лизис.

ˇ *Подвижность:* Относится к трансламинарным действующим веществам.

ˇ *Активность:* Обладает долгосохраняющейся превентивной, некоторой куративной и значительной антиспорулянтной активностями, препятствуя образованию зооспорангиев и ооспор. Препараты, разрешенные к использованию на картофеле: Акробат МЦ (смесь диметоморфа с манкоцебом). Риск развития резистентных форм к диметоморфу популяций оценивается как достаточно высокий. Но пока резистентные штаммы *P. infestans* получены только в лабораторных условиях.

Динитроанилины. Представитель: Флуазинам.

ˇ *Действие:* ингибирует окислительное фосфорилирование в митохондриях.

ˇ *Подвижность:* Контактный.

ˇ *Активность:* Защитная. Действует на выход зооспор из зооспорангиев, их прорастание и спорообразование, а также на формирование и жизнеспособность ооспор. Обеспечивает хорошую защиту от фитофтороза не только ботвы, но и клубней (особенно при использовании во второй половине вегетационного развития растений картофеля). На картофеле разрешен препарат Ширлан

Мультисайтовые ингибиторы

Многочисленная группа действующих веществ, которые ингибируют развитие патогена перед проникновением в ткани растения, действуя неспецифически на многие этапы метаболизма. Контактные. Обладают защитной активностью.

К указанной группе фунгицидов относятся **соединения меди, дитиокарбаматы, фталимиды и фталонитрилы**. Все они действуют на выход из зооспорангиев зооспор, их прорастание и заражение.

Препараты на основе соединений меди (Куприкол, Оксихлорид меди, Абика-Пик, Купроксат, Бордосская смесь, Картоцид)

Табл. 15

Список антифитофторозных химических фунгицидов, разрешенных для применения на картофеле на территории Российской Федерации, 2007 г.

Препарат	Действующее вещество	Норма расхода	1)	2)
Абига-Пик, ВС (400 г/л)	Хлорокись меди	2,9 – 3,8 кг/га	5	7
Акробат МЦ, СП (600+90 г/кг)	Манкоцеб + диметоморф	2 кг/га	3	10
Бордоская смесь	Сульфат меди + гидроокись кальция	6 – 8 кг/га	5	7
Браво, СК (500 г/л)	Хлороталонил	2,2 – 3 кг/га	3	7
Дитан М-45	Манкоцеб	1,2 – 1,6 кг/га	3	7
Куприкол, Колор	Хлорокись меди	5 л/га	2	7
Курзат Р, СР (689,5 +42 г/кг)	Хлорокись меди + цимоксанил	2,5 кг/га	3	7
Манкоцеб	манкоцеб	1,2 – 1,6 кг/га	4	7
Метаксил,СП (640 +80 г/кг)	Манкоцеб + металаксил	2 – 2,5 кг/га	3	10
Ордан, СП (689 +42 г/кг)	Хлорокись меди + цимоксанил	2 – 2,5 кг/га	3	7
Пеннкоцеб	манкоцеб	1,2 – 1,6 кг/га	3	7
Полирам ДФ, ВДГ (700 г/кг)	метирам	1,5 – 2,5 кг/га	4	7
Ридомил Голд МЦ, (640 +40 г/кг)	Манкоцеб + мефеноксам	2,5 кг/га	3	10
Сектин Феномен	Манкоцеб + фенамидон	1 – 1,25 кг/га	4	7
Танос, ВДГ (250 +250 г/кг)	Фамоксадон + цимоксанил	0,6 кг/га	4	7
Цинеб, СП (750 г/кг)	Цинеб	2,4 – 3,2 кг/га	4	7
Фольпан, СП (500 г/кг)	фолпет	3 кг/га	3	7
Ширлан, СК (500 г/л)	флуазинам	0,3 – 0,4 л/га	4	7

[1)] Максимальная кратность обработок

[1)] Интервалы между обработками: при опрыскиваниях в фиксированные сроки восприимчивых к фитофторозу сортов картофеля

при высоких дозах и частых опрыскиваниях оказывают угнетающее действие на растущие ткани растений (вызывают «медный шок»). Поэтому их рекомендуют применять не раньше цветения картофеля. От применения медных препаратов следует также воздерживаться при возделывании базового семенного картофеля, т. к. они могут создавать трудности для сортовых прочисток.

Дитиокарбаматы (Дитан М-45, Новозир, Пеннкоцеб, Утан, Манкоцеб, Полирам, Цинеб) в отличие от соединений меди, можно применять во все стадии развития растений картофеля. Следует только соблюдать разрешенную максимальную кратность их использования, т.к. некоторые из них при несоблюдении установленных правил могут оказывать вредное влияние на окружающую среду.

Трансламинарные препараты (Сектин феномен, Ордан, Курзат, Пилон, Танос) целесообразнее применить при повторных опрыскиваниях, с тем, чтобы с большей пользой реализовать их куративную (лечебную) активность, которую они, в отличие от защитной активности, проявляют лишь только в течение первых 2 – 3 дней после нанесения на растения. Препарат Акробат МЦ, в отличие от других трансламинарных препаратов, обладает достаточно долгой куративную активность (5 – 7 дней).

Системные препараты (Ридомил Голд МЦ, Метаксил, Метамил МЦ, Юномил) лучше всего применять в ранние фазы развития картофеля – до его цветения. Это обусловлено не только необходимостью соблюдения правила антирезистентной стратегии, но и тем, что фениламиды наиболее легко передвигаются в растущих тканях.

Для снижения риска сверхраннего старта развития фитофтороза следует провести опрыскивание почвы во время появления всходов препаратом Ширлан (для обездвиживания зооспор, передвигающихся по капиллярам на поверхность почвы от пораженных семенных клубней). Препарат Ширлан следует также использовать для завершающих опрыскиваний, т. к. он лучше, чем другие фунгициды обеспечивают защиту клубней от поражения фитофторозом. Известно, что споры фитофторы сохраняются жизнеспособность в почве в течение нескольких недель, и, при наличии капельно-жидкой влаги на поверхности клубней, заражают их во время уборки, транспортировки и хранения. Препарат Ширлан уменьшает число жизнеспособных спор на ботве и почве ко времени уборки картофеля. Пораженность клубней существенно снижается, если использовать баковую смесь Ширлана с Реглоном Супер.

Опрыскивание против альтернариоза, в отличие от фитофтороза, можно начинать после обнаружения симптомов болезни, но когда степень пораженности ботвы болезнью не превышает 1%. Применение известных систем прогноза и СПР позволяет выбирать сроки опрыскиваний против альтернариоза с учетом погодных условий, благоприятных для болезни (Филиппов и др., 1988).

В табл. 16 показан рейтинг эффективности фунгицидов против альтернариоза. При составлении таблицы использованы данные экспертной группы Евросоюза по применению фунгицидов на картофеле.

Табл. 16.

Эффективность некоторых фунгицидов против альтернариоза (Alternaria solani и Alternaria alternata), оцененный независимыми экспертами Евросоюза, 2007 г.

Действующее вещество (Фунгицид)	Эффективность[1)]
Дифеноканазол (Скор)	+++
Азоксистробин (Квадрис)	+++
Флуазинам (Ширлан)	(+)
Дитиокарбаматы (Манкоцеб[2)] , Дитан М-45, Новозир, Пеннкоцеб, Утан, Цинеб)	++
Хлороталонил (Браво)	+(+)
Фамоксадон+Цимоксанил (Танос)	++
Фенамидон+Манкоцеб (Сектин феномен)	++

[1)] + умеренный эффект; ++ хороший эффект; +++ очень хороший эффект
[2)] эффективность (++) смесевых препаратов Ридомил Голд МЦ, Метамил МЦ, Метаксил, Юномил МЦ, Акробат МЦ обеспечивается манкоцебом.

В настоящее время наиболее эффективным против альтернариоза считается препарат Квадрис на основе азоксистробина. Однако имеются данные о появлении устойчивых к нему штаммов. Имеются также сообщения о высокой эффективности дифеноконазола (препарат Скор) против *A. solani*. В наших экспериментах были получены аналогичные результаты (табл. 17). На искусственном инфекционном фоне Скор не уступал азоксистробину в качестве защитного фунгицида и проявлял высокие искореняющие свойства при нанесении его после заражения растений.

Удовлетворительной активностью против альтернариоза обладают фунгициды, содержащие манкоцеб, цинеб, метирам, а также Танос (смесевой препарат на основе цимоксанила и фамоксадона).

Применять современные фунгициды для защиты картофеля от фитофтороза и (или) альтернариоза наиболее оправдано только при соблюдении всего комплекса агроприемов, обеспечивающих хорошее развитие растений картофеля. При низкой урожайности картофеля, не связанной с влиянием указанных болезней, большую пользу, чем химические фунгициды, может принести применение биологических препаратов, сочетающих рострегуляторное и антифитофторозное действие и созданных на базе микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности, способных противодействовать размножению и активности возбудителей болезней или повышать устойчивость растений к болезням.

Табл. 17.

Профилактическая и лечебная эффективность препаратов Квадрис и Скор против альтернариоза на картофеле (пораженность листьев в % к контролю)

Вариант	Профилактическая обработка		Лечебная обработка	
	Alternaria solani	*Alternaria alternata*	*Alternaria solani*	*Alternaria alternata*
Контроль (без обр.)	100	100	100	100
Квадрис 0,8 л/га	48,7	35,3	40,3	46,9
Скор 0,4 л/га	23,0	29,7	47,1	45,5
Скор 0,5 л/га	25,3	18,0	42,1	39,1
Скор 0,6 л/га	16,0	17,8	39,4	24.6
НСР 0,95	11,6	12,0	9,2	8,5

Системы принятия решений о необходимости применения фунгицидов, используемые в защите картофеля от фитофтороза

Единственным надёжным методом в борьбе с заболеванием в настоящее время остаётся химический, и то лишь при условии своевременности профилактических опрыскиваний. Если начинать обработки с момента появления болезни (поражённость ботвы 0,1 %), потери урожая увеличиваются уже в 4 – 5 раз,

а при массовом развитии фитофтороза (3 – 5%) сдержать его крайне сложно (Кваснюк и др., 2006). Слишком позднее проведение первого опрыскивания – это наиболее распространённая ошибка, допускаемая большинством российских картофелеводов (Филиппов, 2005). Отрицательно сказываются также несоблюдение рекомендованных доз препаратов, последовательности их применения, слишком продолжительные периоды между опрыскиваниями или напротив, неоправданное применение фунгицидов в периоды депрессивного развития болезни.

Недостаточно эффективная защита картофельных полей от фитофтороза в эпифитотийные годы приводит к значительному снижению продуктивности растений (до 50 % и выше). Выращивание устойчивых сортов могло бы существенно уменьшить потери урожая и стать хорошим дополнением к химическому методу, но, к сожалению, такие сорта в настоящее время не очень популярны среди фермеров, т. к. устойчивость к фитофторозу не всегда сочетается с хозяйственно ценными признаками, на которые прежде всего обращают внимание картофелеводы: высокая урожайность, раннеспелость, товарность клубней. Поэтому наибольшую долю в посадках картофеля стран ЕС занимают восприимчивые к фитофторозу сорта, а чаще всего используемой стратегией их химической защиты является так называемая **«рутинная схема»**, которая предполагает опрыскивание растений в строго фиксированные сроки для того, чтобы обеспечить постоянное наличие на ботве фунгицида до её предуборочного уничтожения. В соответствии с этой стратегией, обработки следует начинать до смыкания ботвы в рядах, повторные опрыскивания проводятся с учётом продолжительности фунгицидного действия применяемых препаратов (через 7 – 10 дней) (Филиппов, 2005).

Использование **рутинной схемы** надёжно защищает культуру от фитофтороза, но приводит к существенному увеличению числа обработок. По мнению А. В. Филиппова, эта стратегия химической защиты картофеля в большей мере оправдана только при эпифитотиях, а в сезоны с отсутствием или слабым развитием болезни она является убыточной (Филиппов и др., 2006). Кроме того, что дополнительные затраты на пестициды снижают рентабельность выращивания культуры, они вызывают обеспокоенность потребителей картофеля, отдающих предпочтение экологически чистой продукции, и усиливают антропогенный прессинг на окружающую среду. Так, сейчас в странах ЕС посадки картофеля обрабатывают 7 – 20 раз за сезон, что на 40 % больше, чем в 1970-х годах. Произошедшее в 1980-х годах возрастание вредоносности *P. infestans*

не позволило выполнить принятое в странах ЕС решение о пятидесятипроцентном сокращении к 2000 г. применения на картофеле фунгицидов (Филиппов, 2005).

В сложившихся условиях крайне необходимы методы объективного научного обоснования новой стратегии химической защиты посадок картофеля, которая бы количественно определяла необходимый минимум применения пестицидов – по возможности меньше, чем при рутинной схеме, но не приводила бы к снижению урожая по сравнению с ней. В качестве таких методов в последнее время успешно используются разнообразные **модели прогноза развития фитофтороза**, предсказывающие время появления и ход развития заболевания в зависимости от условий среды и разрабатываемые на их основе **«системы принятия решений» (СПР)** (от Decision Support Systems, DSS) по срокам и кратности обработок фунгицидами для защиты картофеля от этой болезни.

Стратегии химической защиты картофеля, основанные на методах прогноза фитофтороза, предусматривают проведение опрыскиваний только в наиболее чувствительные периоды инфекционного цикла патогена. При этом в очень благоприятные для фитофтороза сезоны кратность опрыскиваний по прогнозу может быть такой же или меньше, чем по рутинной схеме; при других ситуациях прогнозы позволяют ещё более существенно уменьшить число обработок.

То, что погодные характеристики вегетационного сезона (температура, относительная влажность воздуха и количество осадков) оказывают ключевое влияние на возникновение и развитие эпифитотий фитофтороза, было установлено достаточно давно. Первую удачную попытку анализа климатических данных и разработки на этой основе прогноза развития болезни сделал голландский исследователь ван-Эвердинген ещё в 1926 году. Он установил, что «критическим периодом»[1] могут быть два дня, в течение которых совпадают следующие 4 условия: 1) температура ниже точки росы[2] не менее 4 часов; 2) ночной минимум температуры не ниже 10 °С; 3) средняя облачность следующего за этой ночью дня не менее 0,8; 4) на следующий за этой ночью

[1] **Критический период**, син. **Критические дни** – основной показатель наступления благоприятных погодных условий для развития фитофтороза, при которых возможно первичное заражение ботвы от больных ростков, выносящих инфекцию на поверхность почвы, или перезаражение растений. Измеряется в часах или сутках.

[2] **Точка росы** – температура, до которой должен охладиться воздух при наименьшем давлении, чтобы содержащиеся водяные пары достигли насыщения. При этом начинается конденсация водяных паров.

день дождь не менее 0,1 мм. Фитофтора может проявиться в поле в течение следующих 15 дней. Бомон (Beaumont) показал, что элементы погоды, используемые ван-Эвердингеном, связаны между собой, и упростил прогноз, сведя его к двум условиям: 1) минимальная температура не менее 10 °С и 2) относительная влажность воздуха около 75 % в течение двух последующих дней среди кустов картофеля (Наумова, 1965). В последующем эта закономерность получила название всем известных **«правил Бомона»**, которые легли в основу многих моделей развития фитофтороза картофеля. Позже Смит показал, что минимум относительной влажности воздуха 75 % недостаточен, особенно в сухие сезоны. Правила прогноза в формулировке Смита (**«периоды Смита»**) следующие: 1) минимальная температура 10 °С или выше (по Бомону); 2) продолжительность относительной влажности 90 % или выше по меньшей мере 11 часов (по Смиту). В 1953 г. в Шотландии Грейнджер ввёл понятие **«нулевое время»**, до наступления которого не следует учитывать критические дни по Бомону и Смиту (Наумова, 1965). Периоды Смита используются службой прогноза фитофторы в Великобритании до настоящего времени (Dowley, Burke, 2004). В США модели прогноза развития фитофтороза разрабатывались в 1930-х гг. Крозьером и Реддиком (Dowley, Burke, 2004), Куком, Уоллином и Хайром в 1940 – 50-х гг. (Наумова, 1965). Самым известным методом определения сроков первого появления фитофторы, разработанным в Германии, стал **«негативный прогноз»** Ульриха и Шрёдтера (Ullrich and Schrödter), который в последующем был положен в основу многих современных СПР и широко применяется (самостоятельно или в составе компьютерных программ) в большинстве стран мира. В соответствии с этой моделью, на основе ежечасных показателей температуры, влажности и осадков вычисляется значение риска. Суточные значения риска суммируются начиная со времени появления первых всходов картофеля. Когда суммарное значение риска достигает определённого порогового значения, ожидается появление заболевания и рекомендуется первая профилактическая обработка (Пляхневич, 2006). Методика расчётов по этому методу представлена в Интернете (см. Список литературы). Кроме этого, в журнале «Защита и карантин растений», № 4, 2005 г. можно ознакомиться с двумя номограммами для вычисления значения риска по негатив-прогнозу, модифицированному специалистами Всероссийского НИИ фитопатологии.

В СССР правила Бомона были скорректированы с целью расчёта «критических дней» на основании данных ближайших метеорологических станций, т. к. это удобнее, чем использовать приборы (суточные термометр, гигрометр и др.), установленные под пологом картофельной ботвы. Основным показателем «критических дней» в этом случае служит 48-часовой период с температурой не ниже 11 °С и среднесуточной влажностью не ниже 84 %. Минимальная влажность не должна быть ниже 60 % (Наумова, 1965). Важное дополнение к правилам Бомона, разработанное советскими исследователями – номограмма для вычисления вероятной продолжительности инкубационного периода фитофторы (номограмма Н. А. Наумовой). Метод, объединяющий в себе модифицированные правила Бомона для определения сроков первичного заражения и номограмму Наумовой, вычисляющей сроки появления болезни после «критических дней», широко известен под названием **«метода ВИЗР»** и является, по сути, самой популярной системой принятия решений по обработкам против фитофторы, разработанной в СССР. Методом ВИЗР до сих пор пользуются специалисты большинства станций защиты растений.

Сотрудниками НИИ Фитопатологии в 1970-х гг. были выведены уравнения, характеризующие метеоусловия, обеспечивающие вспышки болезни:

$$Y_1=-32,47+0,75x_1+0,41x_2+0,41x_3+0,27x_4+0,74x_5+0,3x_6-0,07x_7-0,16x_8+0,06x_9+ +0,01x_{10}+2,88_{x11}+1,98x_{12}+1,98x_{13}+1,79x_{14}+0,53x_{15} \quad \mathbf{(1)}$$

$$Y_2=-31,34+0,63x_1+0,37x_2+0,49x_3+0,22x_4+0,65x_5+0,24x_6-0,06x_7-0,15x_8- -0,135x_9+0,15x_{10}+4,88x_{11}+3,55x_{12}+3,34x_{13}+2,5x_{14}+2,29x_{15} \quad \mathbf{(2)}$$

где $x_{1, 2, 3, 4, 5}$ – max t°C; $x_{6, 7, 8, 9, 10}$ – min t°C; $x_{11, 12, 13, 14, 15}$ – факт выпадения дождя в течение 1, 2, 3, 4 и 5 дней.

Для заблаговременного определения дат опрыскивания посадок картофеля фунгицидами было предложено использовать стандартный прогноз погоды (на трое и пять суток вперёд). Ситуация, характеризуемая уравнением (1), неблагоприятна для перезаражения растений; уравнением (2) – благоприятна. Повторное опрыскивание рекомендуется провести, если $Y_1 < Y_2$. На основе приведённых уравнений позже была разработана СПР «ВНИИФ блайт», доступная на сайте www.kartofel.org.

Во Франции и Бельгии широко используется модель краткосрочного прогноза фитофторы, очень похожая на метод ВИЗР. Она называется Guntz-Divoux (Гюнц-Дивуа), по именам её разработчиков. Гюнц ещё в 1960 г. предложил специальный график для опре-

Рис. 6. *Параметры, необходимые для работы СПР по обработкам картофеля фунгицидами*

деления критических дней в зависимости от той или иной комбинации условий температуры и относительной влажности воздуха. Дивуа разработал алгоритм вычисления длины инкубационного периода в зависимости от температурных условий (Rolot, 1997). В Норвегии в качестве методов прогноза фитофторы была предложена модель Форсунда (Hermansen, 1997), в Ирландии с этой целью до сих пор используются так называемые «ирландские правила», разработанные ещё в 1950-х гг. (Dowley, Burke, 2004).

В последние 25 – 30 лет с развитием информационных и компьютерных технологий, языков программирования получило дополнительный импульс моделирование развития фитофтороза, представляющее собой математическое описание взаимодействия жизненного цикла патогена, растения-хозяина и факторов среды (рис. 6). Современными специалистами были разработаны компьютерные версии многих методов краткосрочного прогноза заболевания, созданных на протяжении XX века, а также новые СПР, предсказывающие вспышки болезни и определяющие

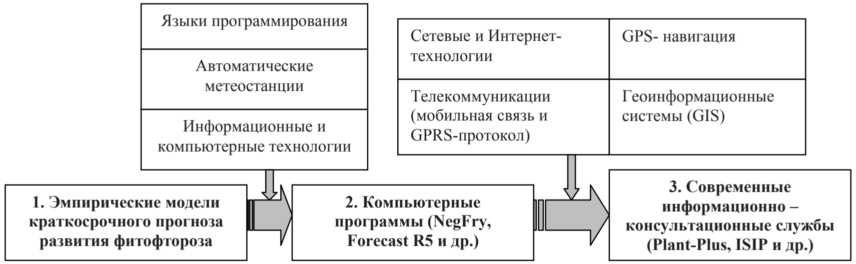

Рис. 7. *Этапы развития СПР по обработкам картофеля фунгицидами*

оптимальные даты опрыскиваний. Это стало возможным также благодаря появлению специального оборудования, получившего широкое использование в прогнозировании – **цифровых автоматических метеостанций**, круглосуточно регистрирующих погодные данные в посадках картофеля и передающих их на компьютер с установленным программным обеспечением. В основу любой компьютерной СПР положена математическая модель, использующая для своей работы определённые параметры (рис. 7). Как видно из рисунка, кроме погодных условий, для принятия решения системе необходимы данные регулярных обследований полей на предмет наличия в посадках или их окрестностях фитофтороза, динамики развития болезни, фазы развития растений и прочих факторов. Кроме этого, программа учитывает степень устойчивости возделываемого сорта к заболеванию и всю информацию по выполняемым на данном поле агроприёмам. Поэтому для корректной работы модели пользователь программы должен регулярно и своевременно вносить в компьютер все требуемые параметры – только в этом случае рекомендации по обработкам будут правильными.

Классическим примером компьютерной СПР по фитофторозу является программа NegFry, разработанная в Дании в 1992 – 1996 годах и протестированная в более чем ста полевых экспериментах в большинстве стран Европы, а также в России и Беларуси. NegFry состоит из двух частей: упомянутый выше негативный прогноз Ульриха и Шредера прогнозирует время первого появления болезни, а метод Фрая, выведенный из двух имитационных моделей, устанавливает сроки последующих обработок. Его первая субмодель определяет влияние погоды на изменение количества фунгицида и вычисляет «фунгицидные единицы», а вторая прогнозирует развитие фитофтороза в зависимости от погодных условий и устойчивости сорта и представляет собой алгоритм для вычисления «фитофторозных единиц». Когда сумма фунгицидных или фитофторозных единиц достигает пороговых значений, NegFry рекомендует проводить очередную обработку (Пляхневич, 2006). С алгоритмом вычислений по методу Фрая подробнее можно ознакомиться в журнале «Защита и карантин растений», № 4, 2005 г.

Система принятия решений Simphyt состоит из двух субмоделей: Simphyt 1 и Simphyt 2. Simphyt 1 на 7 – 10 дней вперёд предсказывает начало эпифитотии. Параметры модели – это ежечасные показатели температуры и влажности, ежедневное количество осадков, степень устойчивости сорта и степень поражения семенного материала фитофторозом. Недавно в указанную модель ввели показатель влажности почвы, измеряемой ежедневно после высадки картофеля. В результате этого дополнения число оправдывающихся прогнозов (модель SimBlight 1) по сравнению с SimPhyt 1 выросло на 22 – 27% (Филиппов, 2007). SimPhyt 2 представляет собой детальное математическое обоснование выбора типа фунгицидов и сроков их применения. Эта подсистема на основе метеоданных и данных об устойчивости сорта моделирует ход эпифитотии фитофтороза и на этой основе рекомендует стратегии опрыскиваний (Kleinhenz, 1998).

Существуют и другие компьютерные СПР. Ещё в 70-е годы XX века в США на основе методов краткосрочного прогноза Уоллина и Хайра была создана компьютерная программа BLITECAST, показавшая хорошие результаты не только в Америке, но и в странах ЕС. По-видимому, именно BLITECAST является первым методом определения сроков опрыскивания картофеля против фитофтороза, связанным с применением компьютера (Филиппов, 2007). В Лиме (Перу) специалистами Международного Центра по Картофелю разработана программа Castor, интегрирующая несколько моделей развития фитофтороза под одной оболочкой. В результате одни и те же метеоданные, один раз конвертированные в формат программы, можно обработать несколькими алгоритмами, сравнить полученные результаты и выбрать наиболее приемлемые для местных условий климата варианты обработок. В России специалистами НИИ фитопатологии на основе системы «ВНИИФ» разработана компьютерная программа Forecast R5, использующая пятисуточный прогноз погоды для предсказания вспышек болезни. Ещё одной общедоступной СПР является SIMCAST, построенная, как и NegFry, на модели Фрая. Сейчас модель с успехом используется в Мексике и проходит производственную проверку в ряде европейских стран. С 2002 г. испытывается система WurBlight, являющаяся её модификацией. В отличие от SIMCAST, обработки всех сортов проводятся по схеме защиты восприимчивых к фитофторозу, но изменяется доза фунгицида: для восприимчивых – 100 %, умеренно восприимчивых – 75 %, умеренно устойчивых – 50 % (Филиппов, 2007).

Появление электронных СПР было серьёзным шагом в развитии методов прогнозирования фитофтороза картофеля. Тем не менее, компьютерные программы, предсказывающие даты обработок, к

концу XX века так и не стали повсеместно использоваться в странах Европы, не говоря уже о России и Беларуси. По-видимому, серьёзным препятствием распространению компьютерных моделей послужили такие факторы, как необходимость покупки метеостанций и программного обеспечения, невысокая техническая грамотность и высокая занятость многих производителей, для которых привычнее и предпочтительнее было обрабатывать посадки по рутинной схеме, чем тратить своё время на ввод многочисленных данных в компьютер. Являются немаловажными и такие аспекты, как психологическая неприязнь к новым технологиям и высокая вероятность ошибок при использовании компьютерных моделей конечными потребителями, в результате чего программы выдают неправильные рекомендации, что ещё больше подрывает доверие к ним среди фермеров.

Эти проблемы в значительной мере позволило решить стремительное развитие телекоммуникационных и сетевых технологий, благодаря которым обслуживание компьютерных СПР практически повсеместно перешло к специализированным компаниям, как государственным, так и частным, организующим современные **информационно-консультационные службы (ИКС)** по обработкам сельскохозяйственных культур пестицидами (рис. 8). Вместо обособленных случайным образом расположенных метеостанций всё чаще стали организовываться целые их сети, которые к настоящему времени во многих европейских государствах (Нидерланды, Бельгия, Германия, Ирландия, Швейцария, Дания и др.) охватывают всю их территорию наподобие зонам покрытия операторов сотовой связи. Погодные данные с каждой метеостанции поступают на центральные серверные станции телекоммуникационным способом: либо посредством мощных радиопередатчиков, способных осуществлять трансмиссию сигнала на расстояние до нескольких десятков километров, либо, что сейчас встречается намного чаще, с помощью GPRS-модемов мобильной связи. Высокая густота покрытия базовыми станциями большинства операторов сотовой связи с лёгкостью позволяет это сделать. С помощью установленного непосредственно на метеостанции GSM-модема погодные данные с конкретного поля почти мгновенно могут быть переданы практически в любую точку земного шара.

Компании-разработчики информационно-консультационных служб, владеющие сетями метеостанций, заключают с фермерами договоры на установку метеопостов на их угодьях. Климатические данные, круглосуточно поступающие из всех регионов страны на серверные станции этих компаний, обрабатываются специализированным программным обеспечением СПР по обработкам не только против фитофтороза, но и против других хозяйственно значимых болезней и вредителей растений. Благодаря этому фермеры приобретают возможность за небольшую плату получать рекомендации по срокам опрыскиваний всех выращиваемых ими культур с целью контроля многих вредных объектов. Для этого они должны сообщать необходимую информацию специалистам фирм, обслуживающих СПР: сроки всех проводимых агротехнических мероприятий, в том числе и обработок пестицидами, фазы развития растений, время появления и динамику развития пато-

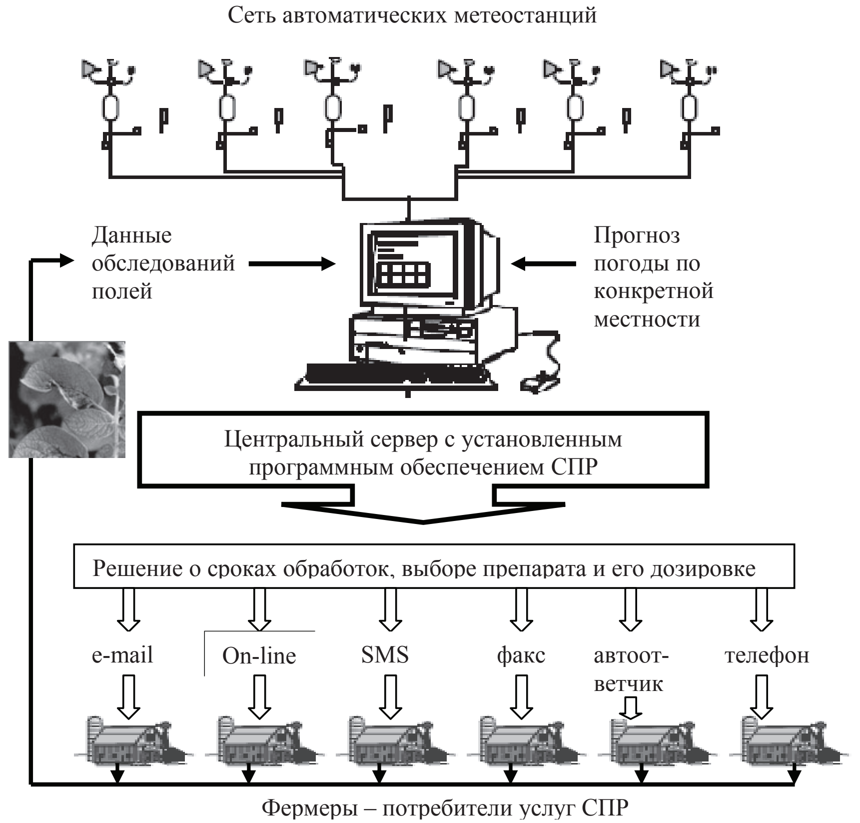

Рис. 8. *Общая схема работы информационно-консультационной СПР.*

генов, степень устойчивости к ним возделываемых сортов. Осуществляется это чаще всего посредством сети Интернет – пользователи заполняют необходимые поля в специальных программах, установленных на их компьютерах, и данные сразу же поступают на центральный сервер. В результате анализа всего комплекса данных система принятия решений, установленная на сервере, принимает решения об обработках для каждого конкретного абонента этой службы. Рекомендации направляются потребителям по электронной почте, факсу, телефону, с помощью SMS, или же пользователь может самостоятельно ознакомиться с ними, посетив свою персональную web-страницу на сайте СПР (рис. 8). Рекомендации включают, как правило, не только сроки обработок, но и виды препаратов, их дозировку и прочую информацию.

Современные тенденции в развитии информационно-консультационных служб – это использование ими последних достижений в сфере телекоммуникаций – GPS-навигации и ГИС-технологий. Благодаря этому в современных ИКС реализована возможность динамического картирования текущей ситуации с вредными объектами сельскохозяйственных культур по всей территории их возделывания. На сайтах служб их пользователи могут ознакомиться с постоянно обновляемыми картами распространённости вредных организмов, проследить динамику их развития в регионе и оценить возможные риски возникновения эпифитотий на своих полях.

Информационно-консультационная система PLANT-Plus, разработанная голландской компанией Dacom PLANT Service B.V., состоит из следующих компонентов: портативный метеопост с радиопередатчиком, устанавливаемый на картофельном поле, ресивер (осуществляет прием и накапливание информации), программное обеспечение метеостанции и СПР PLANT-Plus, сервисная поддержка компании-оператора из Нидерландов. Система представляет пользователю следующую информацию: почасовой метеопрогноз и фитопрогноз развития болезней в режиме он-лайн; прогноз эффективности фунгицидов; рекомендации по срокам обработок и подбору препаратов; запись фактической погоды; некоторые финансовые расчеты для определения себестоимости продукции. Рекомендации по обработкам предоставляются в виде текста. Программа выдает рекомендацию, что должно быть использовано действующее вещество определённого класса, а специалист уже сам выбирает фунгицид из имеющегося у него ассортимента. Предусмотрена возможность оценить

на компьютере будущую эффективность того или иного пестицида или выбранной дозировки. Кроме фитофтороза и альтернариоза картофеля, этот же аппаратно-программный комплекс с некоторыми дополнениями и сервисным подключением может работать и на других культурах, прогнозируя развитие на них болезней и вредителей (Королёв, 2006).

Комплексная консультационная служба ISIP (Германия) координируется Центром по помощи в принятии решений и программам защиты растений (ZEPP). Основой работы системы являются результаты мониторинга более чем тысячи полей, региональные погодные данные, полученные с более чем 200 метеорологических станций, специфические рекомендации из 50 консультационных пунктов и широкий банк данных. Экспертные системы ISIP на основе комплекса полученной информации подготавливают рекомендации для каждого конкретного поля. Модели прогноза предлагаются для борьбы с многими болезнями зерновых, картофеля и сахарной свеклы (Шпаар, 2004). Интернет-портал службы (www.isip2.de) информирует зарегистрированных пользователей о сроках обработок их посадок. Кроме Интернета, эту информацию можно получить по факсу, e-mail или SMS. В основу прогноза развития каждого из заболеваний в системе ISIP положена специфическая СПР. Так, ядром прогностических вычислений консультационной системы по фитофторозу является описанная выше модель SimPhyt.

В странах ЕС существуют и другие информационно-консультационные службы по фитофторозу. Объём данного издания не позволяет подробно остановиться на каждой из них, поэтому здесь приводится лишь их неполный перечень: ProPhy (Нидерланды), PhytoPRE+2000 и MISP (Швейцария), TELEVIS (Норвегия), I.P.I. (Италия), PAMESEB (Бельгия). Ознакомиться с принципами работы этих систем можно в специальной литературе.

Для того, чтобы рекомендации любой СПР были надёжными, разработчики тестируют её на протяжении ряда лет в различных климатических условиях. Оценивается также влияние на модель таких факторов, как действующие вещества фунгицидов, особенности сортов картофеля, агрессивность патогена и пр. Вначале модель подвергается полевым, потом производственным испытаниям в регионе её создания, а затем она проходит проверки в других странах, в том числе расположенных на большом расстоянии от места её разработки. Иногда в других регионах районированы и возделываются совершенно иные сорта, а местные популяции патогена могут по своим биологическим особенностям отличаться от тех форм,

с которыми имели дело исследователи, работая над созданием модели. Поэтому часто методы прогноза, разработанные в одной местности, после испытаний в других условиях требуют модификаций с учётом местных особенностей (Пляхневич, 2006).

В 2001 г. в странах Европы был осуществлён совместный проект по сравнению эффективности защиты картофеля от фитофтороза с использованием шести СПР (Simphyt, Plant-Plus, ProPhy, NegFry, Gunz-Divoux и PhytoPRE+2000) с обработками по рутинной схеме. Использование испытанных систем сократило число опрыскиваний на 8 – 62%. Степень поражённости ботвы картофеля болезнью в конце вегетации была в 26 случаях из 29 равной или ниже, чем при рутинном применении фунгицида (Филиппов, 2007). В России в 2004 – 05 гг. при сравнении СПР ВНИИФ с системой SIMCAST и рутинной схемой обработок оказалось, что при сходных с последней показателях урожайности картофеля и поражённости клубней SIMCAST позволила сократить число опрыскиваний (в зависимости от сорта): в 2004 г. – на 12 – 62 %, в 2005 – на 50 – 67 %, а система ВНИИФ – на 62 % (2004) и 50 – 67 % (2005) (Филиппов и др., 2006). В Беларуси в 2007 г. начался эксперимент по сравнению четырёх европейских систем прогноза (NegFry, MISP, Guntz-Divoux и периоды Смита) с двумя принятыми в республике стратегиями обработок, основанными на методе ВИЗР, рутинной схемой и необрабатываемым контролем. В 2008 г. в опыт была добавлена СПР ВНИИФ. В оба года урожайность во всех обрабатываемых вариантах была сходной, в отличие от количества проведённых опрыскиваний. Так, среднее за два года число обработок по рутинной схеме составило 6,5. Все испытуемые СПР рекомендовали меньшее их количество – от 1 (Guntz-Divoux в 2007 г.) до 6 (MISP в 2007 г.), в среднем 3 опрыскивания, что выразилось в снижении количества используемых фунгицидов на 53,8 %. Самыми экономными оказались программы Guntz-Divoux (на 76,9 %) и NegFry (на 61,3 %). MISP позволила снизить число обработок на 30,8 %, остальные системы по этому показателю заняли промежуточное положение. Подсчёт экономической эффективности применения моделей показал, что далеко не во всех случаях их использование было достоверно более выгодным по сравнению с рутинной схемой опрыскиваний. Наиболее эффективными за два года оказались традиционная для Беларуси стратегия обработок, представляющая собой модификацию метода ВИЗР (Иванюк, 2005) (прибыль по сравнению с рутинной схемой в 95,3 USD/га) и обработки по наступлению периодов Смита (16,6 USD/га).

К сожалению, в российских хозяйствах современные СПР пока не находят широкого применения. На наш взгляд, это обусловлено высокой стоимостью покупки и содержания автоматических метеостанций, недостатком информации о новейших стратегиях борьбы с болезнью, а также низким уровнем компьютерной грамотности специалистов. Рынок информационно-консультационных услуг по фитофторозу в России также находится в зачаточном состоянии. Тем не менее, актуальность прогнозирования развития заболевания не вызывает сомнений. Она объясняется не только удорожанием фунгицидов, возрастающей ролью картофеля как универсальной сельскохозяйственной культуры и высокой вредоносностью на ней этой болезни, но и реальной возможностью увеличения прибыльности возделывания картофеля и получения экологически чистой продукции благодаря использованию прогнозов. Именно поэтому мы считаем, что в скором будущем компьютеризированные СПР и профессиональные консультационные службы получат широкое распространение и в странах СНГ.

Биологический метод защиты

Экологическое преимущество биологической борьбы с вредными организмами состоит в том, что она позволяет снижать или при определенных условиях полностью отказаться от применения химических средств защиты растений.

Для борьбы с вредными организмами широко используется явление антагонизма между полезными и вредными микроорганизмами, особенно в почве. Их состав и численность зависят от свойств почвы: влажности, температуры, содержания воздуха, органических веществ. Как уже было отмечено ранее, обогащение почвы полезными видами микроорганизмов достигается путем качественного и своевременного проведения ряда агротехнических приемов: рыхления, зяблевой вспашки, внесения удобрений, правильного чередования культур в севообороте и др. Все виды возбудителей болезней растений подвергаются естественному биологическому контролю со стороны микроорганизмов, всегда присутствующих в окружающейся среде. Микроорганизмы, в частности грибы, актиномицеты и бактерии, в той или иной мере проявляющие антагонизм по отношению к фитопатогенам, широко распространены в природе. Антагонизм может проявляться в различных формах: продуцировании антибиотиков и других веществ, угнетающих жизнедеятельность фитопатогенов, конкуренции за питательный субстрат, паразитизме и гиперпаразитиз-

ме. Большинство антагонистов обладает не одним, а несколькими типами антагонистической активности.

Высокая антигрибная активность одного из видов почвенных бактерий из рода *Pseudomonas* послужила поводом для названия этого вида – *Pseudomonas mycophaga*, т. е. «пожирающая грибы». Обнаружены активные антагонисты патогенов и среди других видов рода *Pseudomonas*.

Из видов рода *Bacillus* первое место по антагонистической активности и степени изученности занимает бактерия *Bacillus subtilis*.

Кессел показал, что некоторые бактерии филлосферы картофеля, особенно *Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus* sp., оказывали значительное супрессивное воздействие на *P. infestans*. Глулов (Glulow, 1995) обнаружил бактерии – антагонисты в клубнесфере картофеля, большинство из них также были флуоресцентными псевдомонадами. Опрыскивание растений суспензиями этих бактерий 2 раза в неделю при значительной влажности полностью предотвратило фитофтороз, однако при сухой почве защитный эффект не наблюдали. Во влажном компосте по мере увеличения концентрации антагонистических бактерий устойчивость клубней возрастала. По данным Боронина и др. (1993), *Pseudomonas putida* (штамм 1380 (VKMV 1743 D)) подавляет развитие некоторых видов *Fusarium* и *Erwinia*. Он продуцирует сидерофоры, способен переводить минеральный фосфат в растворимую форму, а также стимулировать появление всходов и рост растений.

По мнению французских ученых Lemancean and Alabouvette (1994), подавление флуоресцентными псевдомонадами патогенов осуществляется прямыми и косвенными способами. Прямое воздействие приводит к нарушению сапротрофного роста патогена, что в свою очередь ограничивает заражение. Косвенное влияние псевдомонад заключается в индукции устойчивости у растений под влиянием бактериальных липополисахаридов. Такой антагонизм связан с конкуренцией за источники железа. По данным Соколова (1994), связывание железа сидерофорами приводит к железодефициту у патогенов и их конкурентному исключению из ризопланы.

Продуктами жизнедеятельности некоторых штаммов флюресцирующих псевдомонад являются антибиотики пиолутеорин, пирролнитрин, фезацин – 1-карбоксиловая кислота и 2,4 – диацетилфлороглюсинол, которые, как считают исследователи, играют главную роль в супрессии почвенных патогенов (Vincent et. al., 1991; Pierson and Thomashow, 1992; Shanahan et al., 1992; Weller & Thomashow,

АНТИСТРЕССОВОЕ ВЫСОКОУРОЖАЙНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

АВЗ

Научно-внедренческое предприятие БашИнком

31 ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ И 125 ДИПЛОМОВ

Пятнадцать лет на службе сельскому хозяйству

Рекомендовано Всероссийским НИИ картофельного хозяйства,
Башкирским НИИ сельского хозяйства
Российской академии с/х наук.

Природная защита от стрессов и болезней (Фитоспорин-М и ГУМИ) + комплексное питание с NPK и с микроэлементами (Борогум и Бионекс-Кеми)

- Прибавка урожая на 20-40%, снижение затрат на 30-50%.
- На 70% подавление фитофтороза, альтернариоза, ризоктониоза.
- Улучшение сохранности клубней за счет снижения патогенной микрофлоры в 10-100 раз. Снижение гнили на 50-60%
- Оздоровление семенного материала. Повышение выхода семян после хранения в 2-3 раза по сравнению с необработанными за счет подавления болезней.
- Повышение экологической чистоты продукции, снижение пестицидной нагрузки на растения.

Рекомендуемая технология по вегетации:

Фаза	Технологические операции
Предпосадочная обработка клубней	баковая смесь: Фитоспорин-М (1-1,5 л/т) + ГУМИ-20 (0,2 л/т)
Фаза всходов	Наземная обработка посевов баковой смесью: Фитоспорин-М (1-1,5 л/га) + ГУМИ-20 (0,2 л/га) Совместимо с пестицидами
Фаза бутонизации	Подкормка Борогум (1л/га)+Бионекс-Кеми (2-3кг/га) Совместимо с пестицидами
Конец фазы цветения	Наземная обработка посевов баковой смесью: Фитоспорин-М (1-1,5 л/га) + ГУМИ-20 (0,2 л/га) Совместимо с пестицидами

Технология при закладке на хранение

Перед закладкой на хранение	Обработка клубней: Фитоспорином-М (0,5-1,0 л на 1т клубней. Растворять в 3-4 л воды)
Обработка хранилищ (стены, потолок, пол, тара)	Обработка поверхностей Фитоспорином-М (0,5-0,1 л на 100 кв. м)

Дополнительная прибыль 6000 - 53600руб./га!
Затраты на биокомплекс антистрессовых и фунгицидных препаратов по вегетации 250-350руб./га.
Затраты при закладке на хранение 55 - 109 руб./т.

Разработчик и производитель: Научно-внедренческое предприятие БашИнком
Россия, 450015, г. Уфа, ул. К. Маркса, 37/1,
тел (347) 292-09-93, 292-09-94, 291-10-20, e-mail: agro-bnk@mail.ru
www.bashinkom.ru

1993; Georgakopoulos et al., 1994; Kraus and Loper, 1995; Maurhofer et al., 1995; Thomashow et. al., 1997; Thomashow et. al., 1998).

Некоторые штаммы псевдомонад увеличивают содержание лигнина в корнях, активность пероксидазы и продукцию перекиси водорода. Указанное обстоятельство дало основание предположить, что одним из механизмов, с помощью которых псевдомонады влияют на болезни корней, является активированная ими устойчивость растений. Наличие системной активированной устойчивости наблюдалось в опытах, когда псевдомонады вносились в почву, а патогеном искусственно инокулировали листья или стебли (Chen et al., 1994; Lin et al., 1994; Maurhofer et al., 1994). Установлено, что при этом в тканях надземной части растений возрастало содержание фитоалексинов и патогенезисзависимых протеинов. В опытах со штаммом СНАО показано, что хелатор железа – пиовердин – является необходимым звеном для получения высокого уровня системной активированной устойчивости (Maurhofer et al., 1994; Voisard et al., 1994). Последнее согласуется с тем обстоятельством, что такие хелаторы железа, как фузариковая, никотиновая и салициловая кислоты также обладают способностью индуцировать устойчивость стеблей и листьев. В настоящее время имеются доказательства эффективности псевдомонад и их метаболитов в качестве активаторов системной устойчивости растений к различным группам патогенов: грибам (Meera et al., 1992), бактериям (Liu et al., 1993), вирусам.

Применение биологических препаратов регламентируется списком разрешенных средств защиты растений. В настоящее время в РФ зарегистрированы для применения на картофеле биофунгициды на основе двух видов бактерий *Pseudomonas* и одного вида *Bacillus*. В зависимости от целевого объекта рекомендуется наносить препараты на клубни перед посадкой (для снижения вредоносности ризоктониоза, фузариоза, бактериальных болезней) или опрыскивать вегетирующие растения картофеля (для снижения вредоносности фитофтороза, альтернариоза). Препараты, содержащие живые бактерии, нельзя применять в схеме чередования с медьсодержащими фунгицидами, т. к. последние обладают бактерицидной активностью.

Активаторы устойчивости растений картофеля

Использование активаторов устойчивости растений картофеля к болезням является одним из способов снижения фунгицидного пресса. Индуцированная устойчивость возникает в растениях при контакте с патогеном или иным агентом и, чаще всего, связана с изменениями в экспрессии генов, которые кодируют белки, обеспечи-

вающие защиту от патогенов. Так, предпосадочная обработка клубней, а также опрыскивание ботвы картофеля микродозами меди, повышают устойчивость растений к фитофторозу. Кроме меди, устойчивость картофеля к фитофторозу повышают бор и марганец.

Как уже было отмечено ранее, к активаторам устойчивости относят салициловую кислоту, арахидоновую и 2,6 дихлороизоникотиновые кислоты, хитозаны и др. Подобным действием обладают некоторые метаболиты приведенных выше штаммов бактерий *Bacillus subtilis*, а также *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas aurofaciens* (Kuznetsova et al., 1996).

Необходимо помнить, однако, что указанные препараты не являются радикальными средствами против болезней картофеля, поэтому их надо применять в сочетании с другими приемами защиты, например, с выращиванием умеренно-восприимчивых или умеренно-устойчивых сортов картофеля.

Физический метод защиты

Термическое воздействие

Известно, что высокие температуры губительно действуют на жизнеспособность многих микроорганизмов (Larance & Martin, 1954; Sundheim, 1972). В производственных условиях в качестве физического приема борьбы с болезнями картофеля иногда используют обжиг поверхности клубней. Клубни из закрома хранилища поступают в камеру обжигающей установки, где они подвергаются воздействию высоких температур (500 – 850 °С) в течение 4 – 8 секунд. При этом поверхностный слой кожуры сгорает без нагрева клубня. Все грибы и бактерии, находящиеся в ней, полностью уничтожаются.

Прогрев клубней. Если выдерживать клубни при 37 – 38 °С в течение 20 – 25 суток, то во время вегетации картофеля резко уменьшается количество растений с признаками вирусных болезней. Кроме того, прогрев клубней при 40 – 45 °С оздоравливает картофель от некоторых видов вирусов (Бобров, 1976); при 42 °С в течение 14 часов – от кольцевой гнили; при 43 °С в течение 10 часов от стеблевой нематоды (Воловик, 1989).

Чувствительна к высокой температуре и фитоплазма, поэтому обработка зараженных клубней горячей водой (50 °С, 10 – 15 мин) способствует инактивации патогена в клубнях. Однако делать это надо аккуратно, чтобы не повредить глазки.

Енсеном было показано, что в зараженных фитофторозом клубнях наблюдалась инактивация патогена, если в течение 4 часов их выдерживали при температуре 40 – 45 °С. По данным Боб-

рова (1976) даже кратковременный прогрев клубней при 40 °С резко повышает в них ферментативную деятельность и быстро выводит их из состояния покоя. Прогрев семенных клубней за 2 –3 дня до посадки при температуре 40 °С, благотворно влияет на появление ранних всходов. Таким образом, приведенные литературные данные свидетельствуют о прямом пагубном влиянии высоких температур на некоторые болезни картофеля.

Электрофизическое воздействие

В последнее время появляется интерес к электрофизическому воздействию на клубни картофеля с целью активизации ростовых процессов и повышения его продуктивности (Серегина, 1982; Сиротина, 1982). Одним из наиболее перспективных приемов является метод предпосадочной обработки клубней картофеля электростатическим полем с целью повышения всхожести и урожайности.

По данным Дорохова (1974), электрообработка клубней картофеля за 3 – 8 дней до посадки способствовала активному прорастанию глазков клубней и повышала продуктивность растений. По данным Каримова (1984), электрообработка клубней полем коронного разряда напряженностью 3,5 и 5 кВ/см оказывала положительное влияние на урожайность картофеля (прибавка урожая составила 30,7%).

По данным Шмигель и Потанина (1977) предпосадочная обработка клубней электростатическим полем ускоряла на 3 – 4 дня прорастание и наступление дальнейших фаз развития растений, значительно увеличивалась ассимиляционная поверхность листьев. В среднем за 2 года прибавка урожая сорта Лорх при обработке электрическим полем составляла 37,8 ц/га.

По данным Сергеева и Колина (1987) клубни картофеля, обработанные перед посадкой магнитным полем, давали более ранние и дружные всходы. Значительные преимущества растения имели и в интенсивности развития ботвы и ассимиляционной поверхности листьев, что в конечном результате обеспечило прибавку урожая. Аналогичные данные были получены Дорофеевым и Рашидовой (1989).

Активизировать системную устойчивость картофеля к фитофторозу можно с помощью предпосадочной обработки клубней низкочастотным импульсным электрическим поле, генерируемом прибором СЭФ фирмы «Интелпро» (ООО «Интелпро», elenaintelpro@yandex.ru). Указанная обработка на 1 – 2 недели задерживает первичное проявление фитофтороза в поле.

15. УБОРКА И ХРАНЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ

При хранении картофеля невозможно улучшить его качество, и главная забота картофелеводов – вырастить и заложить на хранение здоровые, сухие и созревшие клубни. Для выполнения этой задачи следует соблюдать все агротехнические требования при возделывании картофеля, использовать для посадки здоровый посадочный материал, вносить сбалансированные удобрения, проводить мероприятия по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями в период вегетации растений.

Уборку рекомендуется проводить, когда количество клубней с огрубевшей кожурой составляет не менее 95%, влажность почвы не выше 75% ППВ, стоит сухая погода, а температура почвы выше 10 °С. По данным Д. Шпаара (2004 г.), порог чувствительности клубней к повреждениям составляет около 12 °С. При более низких температурах возрастает количество повреждений. Клубень считается созревшим и готовым к уборке, если при проведении большим пальцем по поверхности клубня кожура не повреждается.

В борьбе с гнилями и повреждениями клубней эффективны все приемы, предотвращающие механические травмы клубней при уборке, сортировке, транспортировке, закладке картофеля на хранение. Для этого нужно правильно регулировать картофелекопатели, картофелекомбайны, сортировки, осторожно обращаться с клубнями, не допуская падения их с большой высоты. Допустимая высота падения клубней, на поверхность металлическую (пружинистую тонколистовую) – 50 ... 80 см, деревянную сплошную – 25 ... 50, деревянную решетчатую – 15 ... 25, прорезиненную – 50 ... 75, грунт – 200, на картофель – 100 ... 125 см.

Семенной картофель с полей, где сильно развивались фитофтороз, фомоз, бактериозы и клубни получили механические повреждения, в процессе закладки на хранение и в начальный период хранения следует обеззаразить от этой инфекции и возбудителя сухой фузариозной гнили (при уборке картофелекомбайнами данный приём обязателен), используя фунгицидные препараты Вист (5 – 10 г/т) или Максим (0,2 л/т).

Потери при хранении (лёжкость) складываются из естественной убыли (потери на дыхание – убыль массы), технического отхода (клубни частично поражённые гнилью, в основном сухой), абсолютной гнили (клубни полностью сгнившие – мокрая гниль)

и ростков. Во многом эти показатели зависят от исходного качества клубней. Поэтому в идеале они должны быть абсолютно здоровыми, без механических повреждений мякоти и кожуры, без подмораживания и других дефектов. Однако на практике такого не бывает. В связи с этим, на основании результатов многолетних исследований, выработаны определённые допуски на исходное качество картофеля, при которых обеспечивается хранение с минимально неизбежными потерями:

- суммарное содержание клубней, поражённых фитофторозом, удушьем, сухими гнилями допускается не более 2,0 – 2,5 %.
- с механическими повреждениями мякоти глубиной более 5 мм и длиной более 10 мм (порезы, вырывы, трещины) – не более 5 %.
- клубней с обдиром кожуры более ½ поверхности не более 8 – 10 %.
- клубней, поражённых мокрой, кольцевой, пуговичной и другими бактериальными гнилями, а также раздавленных, подмороженных и маточных клубней – не допускается.
- не допускается наличие соломы, ботвы и других растительных остатков.

Соответствие указанным требованиям во многом зависит от технологии выращивания и технологии послеуборочной доработки и закладки клубней на хранение. Во-первых, во время вегетации в соответствии с погодными условиями должно проводиться своевременное и необходимое количество обработок растений соответствующими препаратами против фитофтороза, альтернариоза, антракноза и других грибковых и бактериальных заболеваний. Во-вторых, чтобы не было массового почвенного удушья клубней система предпосадочной подготовки почвы и междурядной обработки должна обеспечивать рыхлое состояние почвы в гребнях и междурядьях вплоть до уборки. В-третьих, должно обязательно проводиться предуборочное удаление ботвы химическим, механическим или комбинированным способами в зависимости от условий и развития ботвы, не менее чем за 10 – 12 дней до выкопки клубней. В-четвертых, должна быть правильно выбрана технология послеуборочной доработки клубней в зависимости от места хранения, времени реализации и назначения картофеля.

Существует три технологии послеуборочной доработки: поточная, перевалочная и прямоточная, каждая из которой определяет уровень механических повреждений клубней (табл. 18).

Поточная – это когда картофель, убранный комбайном или копателем поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хра-

нение. По сравнению с другими при этой технологии клубням наносится наибольшее количество и разнообразие видов механических повреждений. Поэтому ее следует применять лишь в случае осенней реализации картофеля или когда убираемый комбайном картофель поступает с поля с примесью почвы более 25 – 30% и с растительными остатками, а также в случае, когда клубни полностью вызрели, с окрепшей кожурой и не поражены болезнями.

Перевалочная – это когда клубни перед закладкой на хранение или сортированием на пункте выдерживают во временных буртах. Ее применение обязательно при значительном поражении клубней удушьем, фитофторозом, мокрой гнилью или уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах.

Прямоточная – поступающий с поля картофель сразу закладывается на хранение без осеннего сортирования. При этом допускается примесь почвы в ворохе в основном в виде комков до 15 – 20%. При большем содержании или наличии растительных примесей и остатков ботвы, а также больных клубней, их отделение совмещают с загрузкой в хранилище на линии собираемой, например, из агрегатов передвижного сортировального пункта КСП-15В или системы «Мидема» (Нидерланды). При этой технологии формирование насыпи в хранилище должно проводиться при постоянном перемещении стрелы, например, погрузчика ТЗК-30 в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи почвенных столбов, в которых клубни часто загнивают и быстро прорастают.

Табл. 18.

Механические повреждения клубней в зависимости от технологии закладки на хранение (усредненные данные), %

Виды повреждений	Технология		
	поточная	перевалочная	прямоточная
Обдир кожуры до ½ поверхности клубня	16,5	6,9	5,5
Обдир кожуры более ½ поверхности клубня	22,6	5,7	4,6
Трещины, вырывы и порезы мякоти клубней	9,3	6,8	2,9
Потемнение мякоти клубней размером и глубиной более 5 мм от ударов	18,0	11,9	7,2
ИТОГО повреждений	66,4	31,3	20,2
Общие потери за 8 месяцев хранения, %	32,2	18,7	8,3
Средние отходы при очистке клубней, %	26,0 – 28,0	20,0 – 22,0	13,0 – 15,0

Из данных табл. 18 следует, что при отсутствии осенней реализации картофель в хозяйстве следует закладывать на хранение по прямоточной технологии, а в экстремальных условиях по перевалочной. При поточной, кроме общего высокого уровня механических повреждений клубней, значительно возрастает процент потемнения мякоти от ударов, что приводит к большим отходам при очистке клубней – в два раза выше в связи с общим снижением качества картофеля по сравнению с прямоточной технологией.

Исходное качество картофеля, закладываемого на хранение, определяют клубневым анализом, который проводят перед уборкой, чтобы определить технологию послеуборочной доработки, а также дополнительно в процессе уборки и через 2 – 3 недели после закладки для оценки лежкости картофеля и выбора соответственно этому режима и интенсивности вентилирования. Оценку развития болезней проводят по методике, указанной в ГОСТах 11856-89 «Картофель семенной. Приемка и методы анализа» и 7194-81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества». По результатам анализа составляется акт, в котором в процентах указываются пораженные клубни, отдельно по каждому виду гнилей и механических повреждений.

Предварительную оценку лежкости картофеля можно дополнительно определить, применив метод «пакета», особенно в процессе временного хранения при перевалочной технологии. Для этого равномерно, без выбора, отбирают средние пробы (4 × 100 шт.) клубней и помещают их в полиэтиленовые пакеты размером 0,4 × 0,7 м. Пакеты плотно завязывают и хранят при температуре 18 – 20 °С в течение 14 – 16 суток. По истечении этого срока проводят визуальный учет клубней здоровых и пораженных различными гнилями. При массовом загнивании клубни считаются непригодными для хранения.

В случае угрозы поражения клубней фомозом образцы картофеля (200 клубней) подвергают механическому воздействию (повреждают кожуру). Клубни закладывают на неделю в холодильник (при температуре 7 – 8 °С), а затем выдерживают их в плотно завязанных полиэтиленовых пакетах в течение 2 – 3 не-

дель при температуре 18 – 20 °С. О степени зараженности клубней фомозом судят по количеству загнивших клубней.

Исходное качество клубней зависит также от места хранения – в городе или в местах выращивания; поскольку при закладке в городе применяется поточная технология с последующей осенней транспортировкой и погрузочно-разгрузочными работами, при которых клубням наносятся дополнительные механические повреждения, увеличивающие потери при хранении. При хранении в местах выращивания осенью картофель в хранилище загружают в основном по прямоточной технологии, без осеннего сортирования, а доработку клубней и товарную подготовку проводят в процессе хранения. При этом для снижения повреждений партии картофеля, подлежащие реализации в текущий момент и хранящиеся, например, при температуре 3 – 4 °С, необходимо постепенно прогреть до температуры 8 – 12 °С в течение 1,5 – 2 недель. По данным, полученным в ФРГ, процент гнилей у картофеля, убранного в холодную дождливую погоду и сразу отсортированного (поточная технология), в 8 раз больше, чем заложенного по прямоточной технологии в местах выращивания.

16. ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗВИРУСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ

Одним из важнейших способов борьбы с вирусными болезнями картофеля является получение здорового семенного материала и ускоренное его размножение на основе метода культуры тканей. Культура меристемных тканей предусматривает изоляцию апикальных (верхушечных) меристем, которые находятся в верхушечной части вегетативных органов и свободны от вирусной инфекции. С помощью этого метода были получены растения картофеля, свободные от ХВК, АВК, УВК, и других. В настоящее время оздоровление картофеля от вирусных болезней с помощью культуры меристемы применяется во всех картофелепроизводящих странах мира.

Эффективность оздоровления зависит от многих факторов: особенностей сорта, исходной зараженности растений вирусами, размера вычленяемого эксплан. Каждый вирус имеет свой уровень, т. е. находится в растении на определенном расстоянии от терминальных клеток. Наибольшая зона верхушечной меристемы, свободная от вирусов, – 0,1 – 0,3 мм. Для регенерации целого растения необходимо, чтобы культивируемый участок меристемы включал хотя бы один листовой зачаток. Поэтому в практической работе допускается вычленение меристем размером 0,2 – 0,3 мм, что снижает эффективность оздоровления. Для повышения оздоравливающего эффекта метода культуры тканей его сочетают с термо- и химиотерапией.

Термотерапия – воздействие на растения, ростки и клубни высокими температурами (+37 – +42 °С) с целью инактивации возбудителя или увеличения «безвирусной зоны» в верхушечных или боковых почках. Действие повышенных температур широко применяется как вспомогательный прием, позволяющий увеличить вероятность выделения безвирусных эксплантов из вегетирующих растений с последующим культивированием их на питательной среде. Выдерживание клубней картофеля, заражённых PLRV, при +38 – +40 °С в течение 20 – 25 дней резко снижает долю растений с признаками болезни. Выращивание растений картофеля при +35 – +37 °С и постоянном свете в течение 60 – 120 дней не только увеличивает безвирусные зоны в меристематических тканях,

но и позволяет выделить пазушные почки величиной 2 – 3 мм, свободные от вирусов X и S. Температурная обработка увеличивает процент безвирусных эксплантов меристемы в общем числе выделенных. Применяют также метод термообработки ростков, высаженных на питательную среду после поверхностной стерилизации. Ростки (около 1 см) после поверхностной стерилизации высаживают на питательную среду и помещают в термокамеру при 38 °С с освещением около 5000 лк в течение 18 часов в сутки. Через 4 недели из развившихся в этих условиях растений выделяют верхушечную меристему или верхушечную почку.

В настоящее время для оздоровления картофеля от вирусов метод культуры тканей широко используют в сочетании с **химиотерапией**, которая предусматривает использование в технологии оздоровления веществ, обладающих антивирусными свойствами. Известно большое количество веществ микробного, растительного и животного происхождения, содержащихся, в частности, в культуральных жидкостях некоторых видов дрожжей и плесневых грибов, в соке высших растений, в молоке, способных задерживать репродукцию вирусов в растениях, снижать их концентрацию в клеточном соке, задерживать и ослаблять признаки вирусных болезней.

Полученный с помощью метода меристемного клонирования высококачественный исходный материал ускоренно размножается в стерильной культуре и в сооружениях защищенного грунта. Наиболее широко используется метод микрочеренкования in vitro (в пробирках), позволяющий исключить возможность повторного заражения растений и получить наиболее высокую интенсивность размножения. Применяется также черенкование растений на почвозаменяющих субстратах, отделение отводков, ростков клубней, укоренение верхушек и пазушных побегов, выращивание клубней на гидропонных установках.

Дальнейшая работа с оздоровленным материалом ведется по методике оригинального семеноводства. Однако обеспечение гарантированного и надежного качества семенного картофеля может быть достигнуто только на основе использования для введения в культуру in vitro лучших здоровых (свободных от фитопатогенных вирусов) исходных растений (базовых клонов), тщательно оцененных в отношении их сортовой типичности и выраженности основных сортоотличительных признаков. При этом, как показывает накопленный опыт, максимальный эффект в повышении качества исходного материала для введения

в культуру in vitro может обеспечить проведение непрерывного, многократного улучшающего отбора базовых клонов в условиях чистого фитосанитарного фона с минимальным уровнем инфицирующей нагрузки.

В опытах ВНИИКХ в течение 5-летнего непрерывного отбора в клоновом материале сорта Лорх зараженность вирусами X, S, М была снижена с 96% до 8%. Наиболее благоприятный в фитосанитарном отношении средообразующий и средоулучшающий эффект был получен при выращивании оздоровленных сортов в окружении посевов многолетних трав. Так, на пятый год у сорта Лорх самая низкая зараженность (всего 3,3%) оказалась при выращивании в окружении клевера. Этот прием позволил даже на очень восприимчивом к вирусам сорте Приекульский ранний поддержать достаточно низкий уровень заражения (10%). Благоприятное средоулучшающее влияние было отмечено также при выращивании оздоровленного картофеля в окружении люцерны, где лёт тлей – переносчиков вирусов картофеля и степень заселения растений ими были еще менее значительными, чем в клевере. По эффективности размещение оздоровленного картофеля в окружении многолетних трав оказалось даже лучше, чем выращивание растений в условиях марлевых вегетационных домиков, где количество зараженных растений у сорта Лорх достигло 6,6%; у сорта Приекульский ранний – 20%.

В современных условиях использование средоулучшающего эффекта севооборотов с многолетними травами и размещение первичных питомников, особенно первых полевых поколений из мини-клубней, в окружении клевера или люцерны может иметь исключительно актуальное значение в обеспечении необходимого качества при выращивании оригинального семенного картофеля. При этом важно отметить, что посевы многолетних трав, окружая картофель, создают экран, препятствующий усиленному заселению тлями растений картофеля крайних рядков. На самом же клевере в основном питаются те виды тлей, которые не являются переносчиками вирусов картофеля.

Учитывая, что наиболее вредоносные фитопатогенные вирусы УВК, МВК и ВСЛК на картофеле распространяются тлями, как внутри поля, так и путем интродукции с других участков, исключительно важным является размещение и поддержание здорового материала и проведение отборов базовых клонов в таких местах, где средообразующие условия микроклимата способствуют максимальному ограничению развития и миграции, прежде

всего популяций тех видов тлей, которые являются основными переносчиками вирусов картофеля.

Относительно успешным, как правило, является проведение отбора базовых клонов с применением иммунодиагностики в полевых питомниках предварительно оздоровленных сортов картофеля с наличием растений, свободных от вирусных болезней по внешним признакам не менее 95%, от вирусной инфекции в скрытой форме – не менее 80%. Однако для получения более надежного результата отбор базовых клонов необходимо проводить в тех полевых питомниках, где общий уровень скрытой зараженности растений вирусами не превышает 5%, в том числе тяжелых форм (PVY, PLRV) не более 0,5%, что, по существу, является предельно допустимой нормой соответственно для питомников первого полевого поколения из мини-клубней.

Гарантированно выдерживать такие допуски возможно только лишь при наличии наиболее благоприятных для этих целей (чистых) фитосанитарных условий в местах выращивания оздоровленного материала, используемого для отбора базовых клонов с последующим введением в культуру *in vitro*.

В современной практике семеноводства картофеля в качестве важнейших факторов, определяющих наличие благоприятных фитосанитарных условий, принято учитывать следующие основные критерии:

1. Гарантированное (100%) отсутствие фитопатогенов, имеющих карантинное значение: рак картофеля (*Synchitrium endobioticum*), золотистая картофельная нематода (*Glodobera rostochiensis*), бурая бактериальная гниль (*Ralstonia solanacearum*).
2. Отсутствие почвенных вирусов (TRV и PMTV) и их переносчиков (*Trichodorus* spp., *Spongospora subterranea*).
3. Минимальный риск распространения фитопатогенов в полевых условиях (отсутствие очагов вирусов PLRV, PVY, PVM и их переносчиков в радиусе не менее 2 км).
4. Минимальная вероятность распространения бактериозов – возбудителей черной ножки (*Ervinia* spp.) и кольцевой гнили (*Clavibacter michiganesis*).

Основываясь на современных представлениях о способах и особенностях передачи и распространения фитопатогенных вирусов на картофеле следует отметить, что с практической точки зрения в обеспечении качества семенного картофеля в процессе его производства особое значение имеет комплексное применение специальных агроприемов, ограничивающих распространение вирусной инфекции в полевых условиях, к числу которых относятся:

- обеспечение необходимой изоляции первоначальных полевых поколений от других посадок картофеля более низких классов или продовольственного картофеля;
- создание условий для быстрого роста и развития растений в первоначальный период вегетации (предпосадочное проращивание, неглубокая посадка в оптимальные сроки, уход без смещения высаженных клубней и т. д.);
- регулярные фитопрочистки с возможно более ранней браковкой и удаление больных растений в поле;
- опрыскивание инсектицидами и препаратами минеральных масел против тлей – переносчиков вирусной инфекции;
- раннее удаление ботвы химическим или механическим способом при достижении максимальной семенной товарности клубней с учетом данных о динамике распространения переносчиков вирусов (летающей генерации тлей) в конкретных природно-климатических условиях.

Только соблюдение перечисленных агроприемов с учетом особенностей хозяйств, условий года, устойчивости сортов и других факторов обеспечивает производство высококачественного оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля в большинстве картофелепроизводящих регионов России. Несоблюдение рекомендуемого комплекса основных агроприемов является, в свою очередь, серьезной причиной быстрого ухудшения сортовых и семенных качеств в процессе элитного и репродукционного семеноводства картофеля.

Важнейшими предпосылками оптимального выбора и эффективности комплекса применения агроприемов, ограничивающих распространение вирусной инфекции в полевых условиях, является наличие достоверных сведений о видовом составе возбудителей и их переносчиков в местах выращивания семенного матриала. Эти сведения обычно получают на основе проведения тщательных обследований зараженности выращиваемых сортов и мониторинга крылатых тлей, мигрирующих на картофеле, в конкретных условиях хозяйства. Важное значение имеет также выявление возможных путей распространения инфекций и факторов, способствующих или препятствующих вирусному заражению растений и проявлению признаков болезней на картофеле.

На обширной территории России картофель можно успешно выращивать практически повсеместно, но производить качественный конкурентоспособный семенной материал необходимо только в специально выделенных для этих целей местах с бла-

гоприятным микроклиматом и минимальным риском инфицирующей нагрузки, особенно в отношении распространения фитопатогенных вирусов, вызывающих тяжелые формы вирусных болезней на картофеле.

В зарубежной практике в большинстве стран с хорошо развитым семеноводством картофеля эта проблема решается на основе создания и эффективного использования охраняемых (природоохранных) семеноводческих территорий, которые стали неотъемлемой частью современных систем семеноводства картофеля.

Основополагающим принципом создания специальных семеноводческих территорий является их изолированность, обеспечивающая возможность размещения питомников первичного семеноводства в специальных севооборотах с соблюдением необходимого пространственного удаления здорового материала от любых возможных источников вирусной инфекции, включая посадки продовольственного картофеля, огороды, дачи и т. д. Важное значение при этом имеет использование экранирующего (буферного) эффекта лесопосадок, прибрежных территорий вблизи крупных водоемов, а также пахотно-пригородных земельных участков, расположенных в предгорной и горной местности.

Обширность территории и разнообразие географических условий Российской Федерации предоставляет достаточные возможности для выбора и выделения специальных наиболее благоприятных семеноводческих территорий в основных картофелепроизводящих регионах, чтобы на региональном уровне с максимальной эффективностью использовать наиболее благоприятные средообразующие и средоулучшающие факторы, особенно в местах производства оригинального и элитного семенного картофеля.

17. СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

Устойчивость к вирусам

Сложность создания вирусоустойчивых сортов состоит в разнообразии вирусных болезней (крапчатость, морщинистая и полосчатая мозаики, скручивание и закручивание листьев, карликовость, трещины и веретеновидность клубней, сетчатый некроз мякоти клубней и др.), в большом количестве видов вирусов, вызывающих эти болезни (X, Y, L, M, S, A, F и др.), в трудности выделения форм с комплексной устойчивостью к нескольким вирусам. Многие вирусы представлены разнообразными штаммами, благодаря их высокой изменчивости в природе идёт постоянный расообразовательный процесс.

Первые работы по выделению и созданию исходного материала устойчивого к вирусным болезням были проведены в стране А. Я. Камеразом в ВИРе и И. М. Яшиной в НИИ картофельного хозяйства (Камераз, Иванова, 1965; Яшина, Прокопова, 1969).

Различают несколько типов устойчивости по отношению к вирусам:

1. Иммунитет, или крайняя устойчивость. У иммунных растений сильно тормозится размножение вирусов, что приводит к почти полному отсутствию внешних признаков заболевания и вирус не диагностируется никакими традиционными методами. Этот тип устойчивости не носит расоспецифического характера, он присущ как диким, так и культурным видам, а также сортам, выведенным на их основе. Иммунитет контролируется доминантными генами.

Иммунитет обнаружен только к вирусам A, X и Y.

2. Сверхчувствительный тип устойчивости характеризуется некротической реакцией в ответ на внедрение вирусной инфекции в растение, окружающие ткани отмирают, создавая барьер для дальнейшего распространения вируса и происходит его инактивация. При неполной локализации вируса он проникает во флоэму и распространяется по растению, образуя системные некрозы (некроз верхушки или общий некроз растения), где по-

гибает. Если нет полной гибели вируса, то к некротической реакции присоединяется мозаика. Все типы реакции сверхчувствительности наблюдаются только при искусственном заражении.

Реакция сверхчувствительности у диких видов картофеля защищает от всех штаммов вируса, у культурных сортов имеет расоспецифический характер.

3. Полевая или относительная устойчивость включает такие компоненты, как устойчивость к проникновению, распространению и размножению вируса. Все составляющие устойчивости контролируются большим числом малых генов. При этом типе устойчивости заражение происходит, но из-за особенностей сорта идёт медленно. В основе этой устойчивости могут лежать морфологические, физиологические и биохимические особенности растений, их возрастная устойчивость и т. д., которые ещё недостаточно изучены. Она зависит от уровня инфекции, климатических условий, появления новых штаммов.

Этот тип устойчивости используют в селекции сортов устойчивых к вирусам L, M, Y, но он менее значим в сравнении со сверхчувствительностью и обеспечивает защиту только при низком инфекционном фоне.

4. Устойчивость к переносчикам. Поскольку многие вирусные болезни передаются тлями и др. насекомыми, обращалось внимание на то, что более опушённые растения меньше посещаются тлями. В результате выявлены дикие виды с сильным опушением железистыми волосками, на которые при контакте приклеиваются тли и другие переносчики. За счёт выделения секреций короткими железистыми волосками сокращается или предотвращается период активности вируса в теле зелёных персиковых тлей при переносе вируса Y (Lapointe, Tingly, 1984).

Ранее в литературе указывался ещё один тип устойчивости – толерантность. В последние годы его перестали относить к устойчивости, т. к. вирус свободно размножается в таких растениях, не оставляя внешних признаков болезни, что затрудняет их выбраковку в семеноводстве и способствует распространению вируса.

Исходный материал и наследование устойчивости

Вирус Y.

Селекция на устойчивость к вирусу Y основывается на крайней устойчивости, сверхчувствительности и полевой устойчивости.

Крайняя устойчивость (иммунитет) к вирусу Y обнаружена у отдельных образцов видов *Solanum stoloniferum, S. chacoense, S. commersonii, S. spectabile, S. pinnatisectum, S. polyadenuim, S. polytrichon, S. catartrum, S. macolae, S. maglia, S. etuberosum, S. bulbocastanum, S. verrucosum, S. vernei, S. fendleri, S. wittmackii, S. andigenum*.

Наиболее широко использовались в селекции виды *S. stoloniferum* и *S. chacoense*. На основе вида S. stoloniferum во ВНИИ картофельного хозяйства созданы иммунные к вирусу Y сорта: Брянский ранний, Голубизна, Ресурс, Сокольский, Эффект, а на основе вида *S. chacoense* – Пересвет и Никулинский (Склярова, Жарова, Кукушкин, 1997).

За рубежом на основе *S. stoloniferum* созданы следующие Y-иммунные сорта, внесённые в официальные списки: Сантэ (Голландия); Бекас, Бзура, Бобр, Брда, Пилица, Сан, Цеза (Польша); Мадьяр роза, Сигнал (Венгрия); Барбара, Бизон, Вега, Кордия, Пирола, Фанал, Форелле, Францзи, Хейдрун, Эста (Германия). Эти сорта представляют 3 – 7-е поколение беккроссов F_1 с культурными сортами.

В большинстве случаев растения, иммунные к вирусу Y, также иммунны и к вирусу A, что объясняется плейотропным действием гена R_Y. Однако иммунитет к вирусу Y у S. andigenum, и у сортов, от него происходящих, контролируется одним доминантным геном R_Y adg, который не защищает от вируса A (Galver, Brown, 1980).

Генетический контроль сверхчувствительности у *S. tuberosum* сходен с такими диплоидными видами, как *S. simplicifolium, S. rubinii* и контролируется геном N_Y, но он защищает только от обычного штамма Y (Y^O). К некротическим штаммам (Y_C) контроль осуществляется геном N_C. Сверхчувствительность к вирусу Y у сортов *S. tuberosum*, контролируемая генами N_Y и N_C, не представляет селекционной ценности, т. к. она расоспецифична и при большой инфекционной нагрузке наблюдается системный некроз или полная гибель растения.

Полевой устойчивостью к вирусу Y обладают следующие сорта, включённые в Реестр селекционных достижений РФ: Аркадия, Каратоп, Космос, Лотос польский, Марына, Монолиза, Фрегата, Фреско, Волжанин, Камераз, Лорх, Лошицкий, Любимец, Невский и др. Согласно каталогу сортов белорусской селекции к этому вирусу устойчивы: Атлант, Белорусский-3, Верас, Гарант, Дельфин, Дина, Живица, Орбита.

Полевая устойчивость к вирусу Y контролируется полигенами (Росс, 1989).

Вирус X.

Иммунитет к вирусу X обнаружен у образцов *S. acaule, S. andigenum, S. sucrense*. Он также выявлен у американских сортов на основе чилийского образца *S. andigenum* – Атлантик, Джемсиг, Карлтон, Рилайс, Сако, Тава, Шошони, и немецких, происходящих от *S. acaule* – Агути, Азия, Анетт, Барбара, Инта, Мони, Натали, Рослау, Сафир, Серрана, Ута.

Иммунитет у *S. acaule* контролируется одним доминантным геном R_x и его наследование идёт по типу дисомии. Различная степень устойчивости определяется действием аллеломорфных генов. Ген R_x по номенклатуре Х. Росса (1989) контролирует иммунитет ко всем штаммам вируса, ген R_{xn} – сверхчувствительность ко всем штаммам, ген R_{xm} – образование некрозов с присоединяющейся мозаикой и ген r_x – восприимчивость. Гены более сильной устойчивости доминируют над генами более слабой устойчивости в следующем порядке: $R_x > R_{xn} > R_{xm} > r_x$ (Камераз, Яшина, Склярова, 1974).

Анализ наследования иммунитета у *S. andigenum* (Wiersema, 1955) в потомстве клона CPC 1676 показал, что он контролируется одним геном и наследуется тетрасомически.

У сортов *S. tuberosum*, сверхчувствительных к вирусу X, обнаружено два доминантных гена N_x и N_b, определяющих некроз верхушки при прививке на заражённый подвой. Эти гены защищают только от определённых штаммов вируса. Английский исследователь Д. Кокерхем (цит. по Камераз, Яшина, Склярова, 1974) разделил штаммы вируса X на 2 группы – X и B по реакции на определённых сортах картофеля и классифицировал их на четыре группы на основе взаимоотношения с генами N_x и N_b. Комбинация генов N_x и N_b не обеспечивает полной защиты от вируса X, поскольку они поражаются штаммами четвёртой группы, которые почти не встречаются. Оба гена наследуются тетрасомически и большинство изученных сортов являются симплексами по этим генам. Эти гены содержат многие европейские и американские сорта. Часто ген N_x сцеплен с генами N_a и N_c, контролирующими устойчивость к вирусу A и Y.

Полевой устойчивостью к вирусу X, контролируемой полигенами, обладают российские сорта Агрономический, Бульба, Волжанин, Детскосельский, Камераз, Любимец, Янтарный и др.

Из белорусских сортов полевую устойчивость имеют: Белорусский-3, Верас, Гранат, Дельфин, Лазурит, Скарб, Сузорье, Явор.

Вирус скручивания листьев (L).

Селекция на устойчивость к этому вирусу основывается только на полевой устойчивости и интолерантности. Устойчивые образцы выделены среди следующих видов: *S. acaule, S. andigenum, S. demissum, S. berthaultii, S. chacoense, S. raphanifolium, S. brevidens, S. etuberosum, S. fernandezianum, S. phureja, S. microdontum, S. hangassi, S. spegazzinii*.

Полевая устойчивость к вирусу L контролируется полигенно (Baerecke, 1956). В потомстве от самоопыления видов *S. demissum, S. chacoense, S. acaule, S. andigenum* наблюдалось не более 2% устойчивых растений. При скрещивании устойчивых клонов между собой число устойчивых повышалось до 9%. Комбинация 3 – 4-х устойчивых родителей ведёт к ещё большему количеству устойчивых потомков, т. е. наблюдается явление трансгрессии. Так, при скрещивании четырёх видов удалось получить до 40,8% устойчивых потомков.

Устойчивость диких видов *S. berthaultii, S. fendleri, S. simplicifolium* носит характер интолерантности или системной сверхчувствительности. Наличие такого типа устойчивости отмечено также у сортов Апта, Ида, Кама, Карла, Монза, Седира, которые при заражении вирусом L либо совсем не образуют клубни, либо дают нитевидные ростки, т. е. самоуничтожаются. Такой тип устойчивости контролируется одним доминантным геном N_L и модифицируются малыми генами. Многие сорта, происходящие от *S. demissum*, имеют полевую устойчивость к вирусу L: Аквила, Амзель, Антинема, Биния, Хессенкроне, Швальбе, Шпац и др. Сорта, происходящие от *S. acaule* (Сафир) и *S. andigenum* (Антинема, Фортуна) также устойчивы к вирусу скручивания листьев.

Среди 92 сортов в условиях Московской области высокой устойчивостью к этому вирусу отличались сорта Адретта, Амекс, Войсен, Дорита, Швальбе; относительной устойчивостью – Алькмария, Анетт, Ганнибал, Ева, Лео, Мариэлла, Миранда; устойчивостью – Богна, Брда, Ирга, Лотос и диплоидный клон DW 84-1457 от *S. raphanifolium* (Синицин, 1986). Согласно каталогу белорусских сортов к устойчивым отнесены: Аксамит, Атлант, Гарант, Гранат, Живица, Явар, Яхант.

Вирус М.

По отношению к этому вирусу не найдено иммунных и сверхчувствительных (с локальными некрозами) образцов среди диких видов. Образцы с высокой полевой устойчивостью имеются среди видов серии Commersoniana (*S. tarijense, S. chacoense, S. commersonii*). Наследование этой устойчивости контролируется полигенами. Число устойчивых в зависимости от инфекционной нагрузки колеблется от 1,4 до 4,1% и для выявления восприимчивых растений после искусственного заражения требуется длительный инкубационный период (Склярова, 1970).

В исследованиях М. Дзивоньской с соавторами (Dziewonska, Ostrowska, 1978) выделены образцы *S. megistacrolobum* (EB 1787), *S. stoloniferum* (EBS 2630) с реакцией системной сверхчувствительности типа интолерантности. Расоспецифический характер сверхчувствительности выявлен также у видов *S. microdontum, S. gigantophyllum, S. cardiophyllum*, который не обеспечивает гарантированный защиты от М-вируса (Склярова, 1970; Камераз, Яшина, Склярова, 1974).

Несколько более оптимистичные прогнозы возможны при использовании *S. gourlayi*, устойчивость которого к М-вирусу не некротического типа контролируется одним доминантным геном (L_m), и также обладает расоспецифическим характером. Он, возможно, имеет ещё гены, контролирующие полевую устойчивость к этому вирусу.

Относительную устойчивость к вирусу М имеют сорта, выведенные в разных странах: Ада, Варена, Гранола, Дорадо, Кардула, Корса, Миранда, Наусика, Туника, Эльгина (Германия); Аба, Ирис (Польша); Самоковски (Болгария); Волжанин, Камераз, Фитофтороустойчивый (Россия); Аксамит, Альпинист, Атлант, Верас, Дельфин, Живица, Росинка, Явор, Яхант (Беларусь).

Испытания на вирусоустойчивость

Для испытания вирусоустойчивости в селекции на иммунитет используется механическая инокуляция сеянцев в стадии 2х настоящих листьев с помощью опрыскивания под давлением 6 атмосфер инфекционным соком с вирусом X в смеси с карборундом или активированным углем. В последствии её стали применять и для заражения вирусами Y, S (Склярова, 1972).

Через 2 – 3 недели после заражения выбраковывают растения с симптомами, а оставшиеся высаживают в грунт. Возможно двухкратное опрыскивание с интервалом в несколько дней.

Для отбора сверхчувствительных образцов метод механической инокуляции пистолетом не может быть применён, т. к. часть сверхчувствительных сеянцев может быть выбракована. Для этих целей применяют двухкратную механическую инокуляцию вручную с интервалом 8 – 15 дней одностебельных растений, выращенных из глазков клубней и последующей проверкой выделенных образцов методом прививки. Бессимптомные после заражения растения диагностируют различными методами (серологическим, ELISA-тестом или индикаторным).

При испытании на устойчивость к вирусу М, вследствие медленного размножения и различного распространения вируса по растению, используется метод инокуляции прививкой с последующей проверкой заражённости в следующих клубневых поколениях. Испытуемые образцы лучше использовать как подвой. Заражение сеянцев механической инокуляцией мало эффективно, т. к. симптомы в год заражения почти не проявляются.

Оценка полевой устойчивости проводится лабораторным и полевым методом (Склярова, 1972). Лабораторный метод оценки на вирус Y основан на инокуляции листьев испытуемых образцов путём натирания суспензией вируса. Степень устойчивости определяется по времени появления некрозов на листьях расположенных выше места заражения. Ранние симптомы (через 15 дней) указывают на отсутствие устойчивости, поздние (через 40 дней) – на устойчивость образцов. Промежуточные сроки (20 – 25 – 30 дней) – показывают разную степень полевой устойчивости. Эта оценка не является окончательной, требуется дальнейшее полевое испытание в условиях инфекционного фона в течение 2 – 3-х лет.

Оценка полевой устойчивости к вирусу скручивания листьев лабораторным методом основана на заражении испытуемых растений с помощью тлей. Заражают по 10 растений в семикратной повторности (надевают на каждое растение трубочку с тлями на 3 дня). Оценку заражённости проводят через 6 – 7 недель. Здоровые растения проверяют затем методом индексации на наличие вторичных симптомов. Результаты испытания лабораторным и полевым методом как при испытании на вирус Y, так и при испытании на вирус L совпадают.

Методы подбора пар при селекции на комплексную устойчивость к вирусам.

Селекция на устойчивость к одному вирусу, наследуемому доминантными мономерными генами, требует использования хотя

бы одного устойчивого родителя; если преобладает полевая устойчивость полигенного характера, то оба родителя должны быть хотя бы со средней устойчивостью, чтобы выделить трансгрессивные образцы (с устойчивостью выше родительских форм).

Основной метод получения иммунных сортов к вирусам Y и X на основе диких видов – беккроссирование. При беккроссировании (3 – 7 раз в зависимости от используемого вида) синтез устойчивости к обоим вирусам лучше проводить на последних этапах, т. е. скрещивать беккроссы высоких поколений, например B_5 *S. stoloniferum* и B_5 *S. acaule*, а не сами дикие виды, чтобы не растерять гены устойчивости в процессе скрещивания с сортами. Возможны скрещивания иммунных к X-вирусу сортов (например, Анетт, Сафир и др.) с сортами несущими ген иммунитета к вирусу Y (Голубизна, Никулинский, Ресурс, Фанал, Эффект и др.). В потомстве от таких скрещиваний можно получить до 25% гибридов с иммунитетом к обоим вирусам, если принять, что оба родителя имеют симплексный генотип по генам устойчивости.

При селекции на устойчивость к вирусам M и L, где присутствует, в основном, только полевая устойчивость, используются синтетические и накапливающие скрещивания между устойчивыми родителями. Объёмы популяций должны быть большими, т. к. устойчивых форм к обоим вирусам будет очень мало (2 – 4%).

Для комбинирования устойчивости к 3 – 4 наиболее вредоносным вирусам (X, Y, L, M) требуется два или три этапа: первый – получение сортов иммунных к X + Y вирусам; второй – скрещивание их с формами устойчивыми к вирусам M; третий – скрещивание форм, устойчивых к X, Y, M с образцами устойчивыми к L-вирусу. Возможно этот процесс пройти за один – два этапа, если в получении X + Y устойчивых гибридов будут участвовать родительские формы устойчивые к M и L вирусам, но при этом могут возникнуть трудности с другими хозяйственно-ценными признаками (урожайность, скороспелость и т. д.).

Гибридам с иммунитетом к X + Y вирусам, для придания устойчивости к L-вирусу, наиболее подходит скрещивание с сортами, обладающими интолерантной устойчивостью к L-вирусу (Апта, Карла и др.), контролируемой одним доминантным геном N_L. Растения с таким типом устойчивости в семеноводческих посадках будут самоэлиминироваться и эффективно защищать от 3-х вирусов (X, Y, L).

Хорошим источником комплексной устойчивости к вирусам X, Y, S служат гибриды из Германии (69.5403.259) и Венгрии

(Ке-23), на основе которых в ВНИИКХ получены сорта Ресурс и Сокольский, устойчивые к X, Y, S вирусам.

Устойчивость к фитофторозу

Возбудитель болезни оомицет *P. infestans* отличается большой пластичностью и генетической вариабильностью, что выражается в его способности к образованию многочисленных физиологических рас с различной вирулентностью и многочисленных клонов с разной степенью агрессивности. С помощью механизмов вирулентности и агрессивности гриб преодолевает действие разных генетических систем устойчивости растения-хозяина – сверхчувствительности к расам возбудителя (вертикальной или специфической устойчивости) и полевой (горизонтальной или неспецифической) устойчивости (Van der Plank, 1972; Дьяков, 1977, 1988; Росс, 1989).

Оба типа устойчивости проявляются совместно у диких мексиканских видов – *S. demissum, S. stoloniferum, S. bulbocastanum, S. polyadenium, S. vernei, S. verrucosum*. У чистых форм *S. tuberosum* имеется только полевая устойчивость.

Сверхчувствительность контролируется группой независимых доминантных R-генов, каждый из которых обеспечивает полную устойчивость (иммунитет) к несовместимым расам гриба. Взаимоотношения между расами фитофторы и R-генами растения-хозяина соответствуют системе ген на ген, предложенной Флором. Так, генотип R_1 поражается расами 1; 1, 2; 1, 3; 1, 2, 3 и т. д., но не 2; 2, 3; 2, 4; 2, 3, 4 и т. д. Сорт с тем или иным R-геном или комбинацией нескольких генов остаётся непоражённым до тех пор, пока не появятся совместимые расы.

Международная схема рас и R-генов отражает взаимоотношения между 15 генотипами, содержащими четыре R-гена по отдельности и в разных комбинациях (от R_1 до $R_1R_2R_3R_4$ и 15 различными расами гриба), включающими разные сочетания генов вирулентности от 0 до 1.2.3.4. В схему входит также 16-й генотип – рецессив r и 16-раса, обозначенная 0, которая может поражать только рецессивные формы.

Гены сверхчувствительности неравноценны по своей природе и взаимодействию с расами патогена. Ван дер Планк (Van der Plank, 1972) первые четыре гена (R_1 – R_4), переданные селекционным сортам, относит к числу сильных, а все остальные – к числу слабых. Экспрессивность «сильных» генов также неодинаковая и может быть вы-

ражена следующим отношением: $R_1 > R_2 > R_3 > R_4$. Отличие первых четырёх R-генов от всех других проявляется в том, что совместимые с ними расы появляются и накапливаются в полевой популяции гриба только в том случае, когда сорта с этими генами возделываются в производстве. Другие расы (5.6.7.8 и т. д.) всегда присутствуют в полевой популяции фитофторы на r-формах, хотя сорта с генами $R_5R_6 – R_{11}$, или их сочетаниями, в производстве отсутствуют.

Сверхчувствительная реакция листьев не всегда совпадает с аналогичной реакцией клубней, во многих случаях фенотипическое действие R-генов проявляется только в листьях, а клубни поражаются несовместимыми расами. Как показали многие исследователи (Веселовский, 1978) чаще всего устойчивость клубней к несовместимым расам придаёт ген R_1. Изучение наследования признака сверхчувствительности клубней подтвердило, что только в потомстве форм с геном R_1 большинство генотипов (но не все) имеют клубни, устойчивые к тем же расам, к которым устойчивы листья. В потомстве родителей с другими генами ($R_2 – R_4$) доля таких генотипов значительно меньше и частота их встречаемости коррелирует с уровнем экспрессивности генов по нисходящей $R_1 > R_2 > R_3 > R_4$. Таким образом «сила» R-гена проявляется также в способности контролировать и устойчивость клубней.

Полевая (горизонтальная) устойчивость называется также общей, относительной, расонеспецифической или инкубационной. Проявление этого типа устойчивости является результатом действия нескольких факторов, препятствующих поражению растения-хозяина, которые включают: устойчивость к проникновению спор гриба в клетке растения (значительная часть спор погибнет, не внедрившись); устойчивость к распространению мицелия в организме хозяина после проникновения; способность подавлять развитие спорангиев и уменьшать образование спор на единицу площади поражения (Black, 1952; Schick, Hopfe, 1962; Behuke, 1980). Устойчивость растений может определяться совместным действием всех перечисленных факторов или одним из них.

Контролирование полевой устойчивости к фитофторе аддитивно действующими полигенами показывает, что подбор и отбор по фенотипу высоко эффективны для использования в селекционных программах. Чем выше устойчивость родительских форм, тем выше устойчивость потомства и тем ценнее исходная форма. Трансгрессивное расщепление потомства по полевой устойчивости позволяет успешно вести селекцию на фитофтороустойчивость путём проведения накапливающих скрещиваний

и отбора трансгрессивных генотипов, превышающих по степени устойчивости родительские формы.

В последние годы проблема повышения устойчивости картофеля снова усложнилась в связи с новыми фактами генетической изменчивости природных популяций *P. infestans* – распространением в странах Западной Европы, Азии и Канаде штаммов, имеющих тип спаривания A_2, который ранее был отмечен только в Мексике.

Учитывая биологические особенности гриба *P. infestans*, его высокую генетическую вариабильность, в селекции на фитофтороустойчивость необходимо использовать оба типа устойчивости – сверхчувствительность и полевую устойчивость, применяя методы, позволяющие соединять в одном сорте различные комбинации R-генов и накапливать полигены. Направление селекции на какой-либо один тип устойчивости мало перспективно, т. к. ведёт к уменьшению генетического разнообразия создаваемого исходного материала, снижению степени устойчивости и её стабильности. Комбинирование в одном сорте двух генетических систем, взаимодействующих и дополняющих друг друга – специфической (вертикальной) и неспецифической (горизонтальной) устойчивости, является основой для повышения уровня устойчивости селекционного материала к фитофторозу.

Селекция на сверхчувствительность, широко проводившаяся в 30 – 50-х годах XX века на основе *S. demissum*, привела к созданию сортов с различными R-генами и низкой полевой устойчивостью, т. к. в процессе беккроссирования ранними неустойчивыми сортами к *P. infestans* сортами происходила потеря полигенов. Степень устойчивости сверхчувствительных сортов была быстро преодолена патогеном, поскольку каждый R-ген или их комбинация при введении в сорта, возделываемые в производстве, стимулируют отбор и развитие совместимых рас гриба (Van der Plank, 1972; Росс, 1989). По этой причине в последующий период селекция картофеля только в направлении сверхчувствительности была постепенно прекращена, а первоочередной задачей стало повышение степени горизонтальной устойчивости сортов, предполагающей использование в отборах только рецессивов и выбраковку форм с R-генами. В результате этого обедняется генофонд, а R-гены через поколение продолжают выщепляться в потомстве, что обуславливается действием независимых доминантных генов-супрессоров, блокирующих проявление R-генов.

Идентификация R-генов является трудоёмкой и сложной процедурой, требующей использования многих рас с

различной вирулентностью и постоянного их поддержания. Поэтому в настоящее время контроль за сверхчувствительностью в селекционном процессе не проводится или проводится только на начальном (подбор родителей) и завершающем этапе (передача сорта на госиспытание или при внесении его в Госреестр). Именно по последней схеме оценивается сверхчувствительность к фитофторозу в селекцентре ВНИИКХ. При этом особое внимание уделяется определению R-генов у отечественных сортов, представляющих интерес для использования в программе скрещиваний или в качестве дифференциаторов для наблюдения за полевой популяцией возбудителя. Перечень сортов, носителей различных R-генов, представлен в табл 19.

Для коммерческих сортов идентификация R-генов необходима, чтобы контролировать их присутствие в производственных посадках и не допускать распространения одного какого-либо R-типа, даже если он обнаружен у разных сортов, поскольку такая ситуация способствует быстрому развитию эпифитотий.

По данным Х. Росса (1989) в западно-европейском сортименте картофеля 64% сортов с R-генами относятся по полевой устойчивости к группе средне- и высоко устойчивых. Аналогичные показатели имеет почти равное количество (62%) сортов без R-генов. Поэтому подбор родительских форм только по полевой устойчивости без учёта R-генов вполне обоснован.

Для комбинирования двух типов устойчивости к фитофторе наиболее перспективно проводить подбор родителей, содержащих гены вертикальной и горизонтальной устойчивости от разных природных источников. Это позволит уже на первом этапе расширить генетическое разнообразие селектируемых форм. Особенно важно соединить гены южно- и северо-американских видов.

К числу диких видов, изобилующих устойчивыми формами, Х. Росс (1989), относит *S. berthaultii, S. bulbocastanum, S. fendlery, S. hertingii, S. microdontum, S. multidissectum, S. papita, S. pinnatisectum, S. polyadenium, S. politrichon, S. quimense, S. stoloniferum, S. terijense, S. vernei, S. verrucosum.*

Введение многих из этих видов в селекционный процесс требует применения методов преодоления нескрещиваемости и проведения беккроссирования по новой схеме, с тем, чтобы избежать потери полигенов, ответственных за полевую устойчивость. Для этого необходимо периодически проводить скрещивание наиболее устойчивых беккроссов между собой или их самоопыление. Таким

путём при использовании беккроссов диких видов достигается также перекомбинирование полевой устойчивости и раннеспелости.

Табл. 19

Сорта и гибриды картофеля с различными генами сверхчувствительности (Яшина, 2000)

Сорт, гибрид*)	Наличие R-генов	Сорт, гибрид*)	Наличие R-генов
Детскосельский	R_1	Эффект	R_1R_3
Ресурс	R_1	800998	R_1R_3
Смена	R_1	Сотка	R_1R_4
Юбилей Жукова	R_1	800999	R_1R_4
Истринский	R_1	Резерв	R_2R_3
Веселовский	R_2	Бронницкий	R_3R_4
8000987	R_2	Гельда	R_3R_4
Жуковский ранний	R_3	Сигнал	$R_1R_2R_3$
Россиянка	R_3	Пентланд Делл	$R_1R_2R_3$
800988	R_3	Удача	$R_1R_2R_4$
Вестник	R_4	800979	$R_1R_2R_3R_4$
Гатчинский	R_4	800990	R_5
Лошицкий	R_4	800991	R_7
Столовый-19	R_4	800993	R_8
800989	R_4	800994	R_9
Белоснежка	R_1R_2	Мульта	R_{10}
Невский	R_1R_2	Превалент	R_{10}
800997	R_1R_2	Белорусский ранний	r
Калинка	R_1R_3	Лорх	r
Раменский	R_1R_3	Приекульский ранний	r

Примечание: *) Гибриды 800987 – 800999 Международного Центра по картофелю (CIP).

В настоящее время в распоряжении селекционеров имеется большое количество гибридов и сортов-демиссоидов с высокой полевой устойчивостью к фитофторе, многие их них несут также гены

других диких видов. Среди отечественных и зарубежных сортов имеются 4 – 5 – 6-видовые, а канадский сорт Конестога (Conestoga) содержит в своём составе гены 7 разных видов. Многовидовые гибриды, несущие гены от 4 – 7 разных видов, созданы в селекцентре ВНИИКХ: Белоснежка, Никулинский, Ресурс, Солист и др.

Использование сортов-демиссоидов с высокой полевой устойчивостью при беккроссировании предотвращает потерю генов и обеспечивает получение гибридов с высоким уровнем полевой устойчивости к фитофторе; определённая часть из них сочетает устойчивость с продуктивностью и сравнительно ранним созреванием – на уровне среднеспелости (Яшина, 2000).

Тот факт, что полевая устойчивость к фитофторе контролируется полигенами с аддитивным (суммарным) эффектом определяет промежуточный тип наследования признака и трансгрессивное расщепление потомства. Средняя устойчивость потомства соответствует средней родительских форм, именно такую степень устойчивости имеет большинство гибридов в потомстве, остальные располагаются в классах плюс- и минус-вариантов. Путём проведения накапливающих скрещиваний и отбора положительных трансгрессий можно значительно повысить уровень устойчивости в потомстве.

Таким образом, основные методы селекции в направлении фитофтороустойчивости включают: подбор родителей по фенотипу, т. е. по уровню устойчивости; проведение накапливающих скрещиваний по типу: устойчивый × устойчивый, устойчивый × среднеустойчивый (и реципрокно); отбор трансгрессивных рекомбинантов в потомстве, а также использование отобранных устойчивых гибридов в новых накапливающих скрещиваниях. Во всех скрещиваниях необходимо использовать родительские формы различного происхождения.

В селекции на фитофтороустойчивость перспективным приёмом является предварительный анализ потомства подобранных родительских форм по частоте встречаемости трансгрессивных рекомбинантов, сочетающих высокую полевую устойчивость с комплексом ценных признаков и последующее их более широкое использование в скрещиваниях. Для включения в перекомбинирование наряду с полигенами горизонтальной устойчивости большого числа генов хозяйственно-ценных признаков в целях последующего повышения частоты трансгрессивных рекомбинантов наиболее эффективным методом является создание специальных родительских линий с высокой фитофтороустойчивостью листьев и клубней.

В качестве исходного материала для быстрого использования в селекции на фитофтороустойчивость представляет интерес устойчивые сорта, созданные в научно-исследовательских учреждениях. К сортам с высокой устойчивость из числа отечественных относятся: Белоусовский, Зарево, Лина, Луговской, Никулинский, Петербургский, Симбирянин, Солист, Удача, Эффект; из зарубежных – Азиза, Бенелла, Сава, Рая, Пимпернель.

Успех селекции на устойчивость к фитофторозу зависит от применения надёжных методов оценки испытуемого селекционного материала по степени устойчивости с помощью искусственного заражения. Метод инокуляции отделённых листьев, взятых с растений в поле, многократно проверенный, является достаточно надёжным как для идентификации R-генов, так и для классификации растений по полевой устойчивости (Букасов, Камераз, 1959; Schick, Hopfe, 1962; Яшина и др., 1974).

Для оценки полевой устойчивости применяется также метод опрыскивания целых растений и сеянцев (Камераз, Яшина, Склярова, 1974). При всех методах степень устойчивости учитывается по данным учёта одного или нескольких факторов (размеров поражения, интенсивности спороношения и продолжительности инкубационного периода).

Для оценки устойчивости клубней разработано несколько методов, основанных на заражении поперечных ломтиков (слайдов) клубней или целых клубней, а также клубней после предварительного травмирования. Причём, устойчивость клубней к фитофторе меняется в зависимости от их возраста. При искусственном заражении очень молодые и старые клубни менее устойчивы. Поэтому оптимальный срок искусственной оценки клубней наступает примерно через 1,5 – 2 месяца после уборки, т. е. в ноябре.

В селекционном процессе уровень горизонтальной устойчивости к фитофторе оценивается в полевых условиях в период эпифитотий в сравнении с контрольными по устойчивости формами. В связи с периодичностью эпифитотий главным показателем отбора устойчивых образцов являются результаты искусственного заражения отделённых листьев испытуемого селекционного материала при использовании лабораторно-полевого метода в сравнении с контрольными сортами. В качестве последних используются 3 – 4 набора сортов или гибридов с высокой, средней и низкой степенью устойчивости. Полевую оценку проводят в 2 – 3 срока, с интервалом в 7 – 10 дней, в зависимости от скорости развития эпифитотий.

Подбор исходного материала и отбор гибридов в процессе селекционного испытания необходимо проводить в направлении создания сортов, сочетающих высокую горизонтальную устойчивость листьев и клубней. Устойчивость клубней имеет особенно важное значение для нормальной лёжкости сорта в период зимнего хранения и для предотвращения эпифитотий фитофтороза или снижения интенсивности их развития.

Устойчивость к раку

В России селекция картофеля на ракоустойчивость начата в 1927 – 1928 гг. в ВИРе, НИИКХ и на Петровской опытной станции. После обнаружения очагов рака на территории нашей страны ракоустойчивость стала обязательным требованием, предъявляемым к выводимым сортам. Из 190 сортов, внесённых в Государственный Реестр РФ в 2002 г. устойчивы к раку 181.

По отношению к раку известны два типа устойчивости – сверхчувствительность и полевая устойчивость. У сверхчувствительных сортов эпидермальные клетки клубня отмирают после внедрения в них зооспор гриба (абортивная защитная реакция), что приводит к гибели возбудителя. Другой вид сверхчувствительной реакции состоит в том, что паразит заключается в своеобразную капсулу и изолируется в некротизированных клетках (некрогенная защитная реакция). Иммунитет к раку отсутствует.

Полевая устойчивость обеспечивает слабую устойчивость сорта и легко преодолевается в очагах сильного заражения раком.

Известно несколько патотипов возбудителя рака. Наиболее распространён обычный (или так называемый далемский) патотип, впервые обнаруженный в Далеме близ Берлина в 1941 г. За рубежом описано 10 патотипов, обозначаемых либо по месту первого обнаружения, либо цифрами от 1 до 10.

В бывшем СССР кроме обычного патотипа, обозначаемого цифрой 1, в 1961 г. в Закарпатье были обнаружены три агрессивных патотипа, преодолевающих устойчивость к обычному патотипу. Они названы по месту обнаружения – межгорский, раховский и буковский. Новые патотипы распространяются медленно и кроме мест обнаружения нигде не встречаются. Это связано со строгим контролем перевозки семенного материала и различными карантинными мероприятиями.

Устойчивость гриба носит расоспецифический характер и часто сорта или виды, устойчивые к одному патотипу, поражаются другим. Большинство сортов, районированных в России, устойчивы к обычному патотипу, и только некоторые устойчивы к нескольким патотипам (Брянский ранний, Жуковский ранний, Лукьяновский, Нида, Темп и др.). Ко всем известным патотипам в нашей стране устойчив сорт Екатерининский, а из иностранных – Арго, Мира, Фонтана, Фортуна, Фрам, Хила, Цейсиг.

Устойчивые образцы не только к обычному, но и к другим патотипам выделены среди следующих видов: *S. commersonii, S. chacoense, S. leptostigma, S. tuberosum, S. andigenum, S. vernei, S. microdontum, S. acaule, S. demissum, S. stoloniferum, S. pinnatisectum* и др.

При изучении характера наследования устойчивости к раку была предложена сложная схема генетического контроля тремя доминантными генами. Один ген X независимый, а два других Y и L комплементарны друг другу. При самоопылении симплексных генотипов по гену X в потомстве наблюдалось 75% устойчивых гибридов, а при скрещивании с неустойчивым сортом – 50%.

Исходя из анализа предложенной схемы наследования чешские исследователи И. Задина и Р. Финдейс высказали и подтвердили гипотезу о контроле устойчивости к раку только одним доминантным геном, обозначенным R_D (буква D обозначает обычный или далемский патотип). Новая гипотеза соответствует генетике сверхчувствительного типа устойчивости, наблюдаемой и по отношению к другим патогенам картофеля (фитофтора, вирусы, нематода).

Большое количество устойчивых к раку сортов, которые можно использовать в качестве родительских форм для получения более продуктивных сортов с устойчивостью к нескольким патотипам рака, облегчает ведение селекции на ракоустойчивость. Знание генотипов устойчивости некоторых сортов позволяет использовать те из них, которые имеют дуплексные генотипы, т. к. в их потомстве свыше 90% форм будут устойчивы к раку. Наличие отрицательной корреляции между урожайностью и ракоустойчивостью несколько затрудняет селекцию на данный признак потому, что часть высокоурожайных гибридов в старших селекционных питомниках выбраковывается из-за отсутствия устойчивости к этому патогену.

Оценку на устойчивость к раку в селекционном процессе проводят в течение 4-х лет: два года – предварительное испытание в лабораторных условиях и два года – государственное испытание в полевых условиях на высоком инфекционном фоне. Оценка селекционного материала на устойчивость к новым патотипам

рака в России не осуществляется из-за отсутствия соответствующего инфекционного фона.

Устойчивость к картофельной нематоде

Картофельная нематода относится к цистовым нематодам рода *Globodera*, широко известна во многих странах с развитым картофелеводством и представлена двумя видами: *G. rostochiensis* и *G. pallida*. Наибольшее распространение в мире имеет *G. rostochiensis*, в то время как *G. pallida* встречается локально, в основном в Андских областях Перу, Боливии, Колумбии, а также в ряде стран Западной Европы. Имеющиеся в Европе популяции картофельной нематоды представляют пока малую долю всего спектра патотипов цистовой нематоды.

Планомерная селекция нематодоустойчивых сортов начата после того, как среди форм *S. andigenum* был выделен устойчивый к нематоде клон CPC 1673. Вскоре с участием этого образца были созданы первые нематодоустойчивые сорта, но одновременно выяснилось, что некоторые биотипы нематоды могут размножаться на корнях этих сортов (Dunnett, 1957). Это послужило началом изучения расового состава картофельной нематоды и поиску исходного материала, устойчивого ко многим расам одновременно.

Впервые К. Хьюзманом (Huijsman, 1964) расам нематоды были даны буквенные обозначения A, B, C, D, E на основе их взаимодействия с устойчивыми гибридами *S. tuberosum* с *S. andigenum*, *S. kurtzianum* и *S. vernei*. Появление новых источников устойчивости позволило Дж. Корту с сотрудниками (Kort et al., 1977) разработать новую классификацию рас, распространённых в Европе. Согласно этой классификации различаются 5 патотипов *Globodera rostochiensis* (Ro1 – Ro5) и 3 патотипа *Globodera pallida* (Pa1 – Pa3), которые дифференцируются на 6 устойчивых образцах видов *S. vernei, S. kurtzianum, S. andigenum, S. multidissectum.*

Наиболее распространена в Европе раса Ro1, но встречаются все расы Ro. Раса Ro2 найдена в Голландии, Германии; расы Ro3 и Ro4 – в Голландии, а раса Ro5 – в Германии. Из нематод вида *G. pallida* в Европе встречается раса Pa1, которая обнаружена в Англии и Германии. Расы Pa3, Pa4 и Pa5 встречаются только в Южной Америке. На территории России пока распространена раса Ro1, но появление других возможно, так как в последние годы широко производится завоз семенного картофеля из Западной Европы.

Против цистовых нематод известны два типа устойчивости: сверхчувствительность и толерантность. Сверхчувствительность

характеризуется тем, что при проникновении личинок в молодые корни устойчивых сортов клетки, прилегающие к голове личинки, некротизируются за счёт специфических выделений нематоды и личинки лишаются возможности нормально питаться и погибают. Устойчивость сверхчувствительного типа способствует снижению плотности популяции нематоды на 80% и стимулирует расообразовательный процесс. Необходимо периодически чередовать выращивание устойчивых сортов с неустойчивыммии, чтобы несколько сдержать образование новых рас нематоды.

Толерантность – способность сорта в условиях инфекционного фона реагировать на заражение лишь незначительным уменьшением урожайности (порогом считается снижение до 20%). Эта способность растений зависит от плотности нематоды и факторов внешней среды. Так, для толерантного сорта критической является плотность 6 яиц на 1 г почвы, в то время как для неустойчивого сорта – 1,5 яйца. На плодородных, хорошо заправленных удобрениями почвах многие сорта ведут себя как толерантные, в то время как на бедных – как неустойчивые. Механизм толерантности связан, возможно, с действием корневых выделений на появление личинок. Постоянное выращивание толерантных сортов даёт возможность избежать появления новых патотипов нематоды.

Установление различных по степени агрессивности патотипов нематоды обуславливает необходимость вовлечения в селекцию максимального разнообразия устойчивых исходных форм. Наибольшую ценность в качестве исходного материала представляет вид *S. vernei* ssp. *ballsii*, устойчивый к двум патотипам вредителя. Среди образцов полиморфного вида *S. andigenum* встречаются как сильно поражаемые, так и устойчивые к картофельной нематоде. Наиболее широко вовлечены в селекцию формы тетраплоидного вида *S. andigenum*, который хорошо скрещивается с *S. tuberosum*. На основе вида *S. andigenum* были получены первые нематодоустойчивые сорта в Германии (Антинема, Сагитта, Спекула), Голландии (Амарил, Интензо) и США (Пеконик).

Широкое изучение устойчивости к картофельной нематоде у диких видов показало, что данный признак распространён в природе, но устойчивостью, как правило, обладает не весь вид, а лишь отдельные его формы, которые гетерозиготны по этому признаку и в самоопылённом потомстве дают большое расщепление от сильного поражения до высокой устойчивости (Понин, 1968). С этим положением согласуется, вероятно, и тот факт, что большинство образцов *S. andigenum*, как и их гибриды, ус-

тойчивы только к расе А картофельной нематоды, а в ряде стран обнаружены другие расы, к которым данный вид неустойчив. В частности, в Германии были получены формы от скрещивания с диким видом *S. multidissectum*, устойчивые к расе В, но восприимчивые к расе А (Gofart, Ross, 1954).

В последние годы в селекции на нематодоустойчивость всё шире используют *S. vernei*, у которого выделены устойчивые ко всем известным патотипам формы. Устойчивость к картофельной нематоде у *S. vernei* обусловлена полигенами и четырьмя основными генами. Из-за специфичности характера наследования нематодоустойчивости селекция на основе *S. vernei* по сравнению с *S. andigenum* сложнее. Кроме того, потомство *S. vernei* характеризуется наличием таких нежелательных признаков, как позднеспелость, мелкие и уродливые клубни. За устойчивость *S. vernei* к патотипу Ro1 ответственны два гена В и С, но для проявления устойчивости достаточно наличия одного гена. При наличии двух генов происходит увеличение устойчивости. Устойчивость же к *G. pallida* у *S. vernei* контролируется системой полигенов (Huijsman, Klinkenberg, Ouden, 1969; Caligori, Phillips, 1984).

Изучая виды *S. spegazzinii, S. vernei, S. oplocense* Х. Росс (Ross, 1966) пришёл к выводу, что устойчивость этих видов к расам нематоды контролируется не только основными генами, но и полигенами, которые действуют одновременно против нескольких рас.

Устойчивость видов *S. juzepczukii* и *S. curtilobum* к *G. pallida* контролируется тремя доминантными генами и носит расоспецифический характер; в потомстве от самоопыления устойчивых форм наблюдалось 20% устойчивых образцов. Отдельные образцы *S. chacoense* являются носителями мономерного доминантного гена, контролирующего устойчивость к *G. rostochiensis* (Яшина, Федотова, 1997).

С помощью комбинационной селекции на основе устойчивости *S. andigenum*, которая введена во многие европейские сорта, создаются популяции, среди которых можно отобрать гибриды с хозяйственно – ценными признаками и устойчивостью к патотипу Ro1 *G. rostochiensis*. В зависимости от дозы гена число устойчивых гибридов в потомстве колеблется. Наибольшее их число наблюдается при скрещивании между собой дуплексных или триплексных форм. Так, при скрещивании дуплексной формы с симплексной по гену H_1 в потомстве будет свыше 90% устойчивых форм (Яшина, 1980).

Перспективно комбинирование устойчивости к картофельной нематоде с устойчивостью к вирусам и фитофторе. Такая работа

должна проводиться на диплоидном уровне, так как тетрасомное наследование усложняет селекционную программу. Повышение частоты встречаемости гена на диплоидном уровне проходит значительно быстрее, чем на тетраплоидном, особенно это относится к полигенам. Кроме того, многие дикие виды, устойчивые к нематоде, являются диплоидами (*S. vernei, S. spegazzinii, S. sparsipillum, S. oplocense, S. gourlayi*) и их нелегко скрещивать с культурным картофелем, но они легко скрещиваются с гаплоидами. Гаплоиды *S. tuberosum* передают сортовые признаки гибридам и в их потомстве с дикими видами уже через 1 – 2 цикла отбора можно идентифицировать гибриды с комплексом хозяйственно – ценных признаков.

Анализ родословных сортов картофеля, устойчивых к нематоде, показывает, что большинство из них являются потомством немногих исходных форм. Широко использованы в селекции образцы *S. andigenum*: 1673-20 (выведены сорта Алкмария, Амарил, Аминка, Интензо, Синаеда, Томана); 1673-1 (Антинема, Панста, Сатурна); 54-106-1 (Амиго, Аноста, Кристалла, Превалент, Премьер, Провита, Прокура, Протон, Симсон); 54.3.14.34 (Мета, Рысь, Сагитта, Скутелла, Спекула); 56.220.94 (Амва). Сорта Амалфи, Елкана, Мара, Панста, Протон и Веенстер устойчивы к нескольким патотипам (Ro1 – Ro3) и являются сложными гибридами *S. tuberosum, S. andigenum* и *S. vernei* (Костина, Желудёва, 1980).

Богатый исходный материал в настоящее время представляют районированные в России нематодоустойчивые сорта Аспия, Бежицкий, Белорусский-3, Верас, Гранат, Десница, Жуковский ранний, Заворовский, Загадка, Крепыш, Кристалл, Ладожский, Лига, Лукьяновский, Пригожий-2, Пушкинец, Нарочь, Наяда, Нида, Рождественский, Радонежский, Рябинушка, Шурминский-2. Европейский сортимент представлен нематодоустойчивыми сортами: Альвара, Альбатрос, Ароза, Астерикс, Зекура, Импала, Инноватор, Каратоп, Короле, Кураж, Латона, Маэстро, Нора, Рамос, Розана, Розара, Роко, Романо, Сантэ, Сантана, Симфония, Укама, Фреско (Симаков, Анисимов, Еланский, 2007).

В настоящее время нематодоустойчивый генофонд представлен широким набором диких видов и селекционных сортов, использование которых даёт возможность выведения новых сортов, устойчивых ко всем патотипам *G. rostochiensis* и *G. pallida*.

Однако следует отметить, что возделывание устойчивого сорта не означает искоренение всех цист нематоды в почве того или иного заражённого участка. Для предупреждения появления но-

вых патотипов нематоды необходимо чередование выращивания устойчивых сортов с неустойчивыми с периодичностью через каждые три года.

Устойчивость к парше обыкновенной

Планомерная селекция картофеля на устойчивость к парше обыкновенной издавна ведётся в Германии, Польше, Чехословакии и других европейских странах. Особое значение этому направлению селекции придаётся в США, в связи с большим объёмом картофеля, перерабатываемого на готовые продукты и полуфабрикаты.

Устойчивость к парше обыкновенной наследуется доминантно (Krantz, Eide, 1948; Яшина, 1986). Признак контролируется одним локусом, доминантные аллели которого, действующие аддитивно (суммарно), определяют устойчивость, а рецессивные – восприимчивость. Генотипы АААА имеют наиболее высокую степень устойчивости, гетерозиготные с разной дозой доминантного аллеля (АААа, Аааа, Аааа) характеризуются средней и более низкой степенью устойчивости соответственно.

Сцеплённое наследование устойчивости к парше с ракоустойчивостью у сорта Юбель (создан в 1908 году) положило начало селекции известных немецких сортов, в т. ч. сорта Гинденбург, от которого, в свою очередь, произошёл сорт Аккерзеген. Значительная часть полученных позднее сортов, устойчивых к парше, имеют в своей родословной эти 3 сорта. Существенным недостатком их при использовании в гибридизации является позднеспелость, которая постоянно передаётся потомству (Pfeffer, Effmert, 1985).

При оценке различных по скороспелости сортов указывается на зависимость между длительностью периода вегетации и их устойчивостью к возбудителю парши (сорта с длительным вегетационным периодом более устойчивы к парше). Однако это не исключает возможности получения устойчивых форм в потомстве от скрещиваний раннеспелых сортов (Сергеев, 1982).

Среди отечественных и иностранных сортов, районированных в Российской Федерации и отличающихся устойчивостью к парше обыкновенной, выделены следующие: Воловецкий, Гатчинский, Житомирянка, Зарево, Лада, Луговской, Русалка, Чаровница; Бирюза, Немешаевский юбилейный; Бронницкий, Брянский ранний, Вигри, Вихола, Жуковский ранний, Изора, Нарочь, Нида, Свитанок киевский, Украинский розовый; Агрия, Акцент, Аспия, Бежицкий, Белорусский-3, Брянская новинка, Вестник,

Вятка, Елизавета, Зекура, Зов, Импала, Кристалл, Ласунок, Лотос польский, Любимец, Малахит, Миракел, Москворецкий, Огонёк, Остара, Памир, Петербургский, Планта, Прибрежный, Раменский, Резерв, Ресурс, Розара, Симфония, Сокольский, Филатовский, Энергия, Эффект (Анисимов, 1999).

Ценными донорами устойчивости к парше являются образцы диких и культурных видов картофеля в сериях Commersoniana, Glabrescintia и др. и некоторых формах *S. andigenum* (Букасов, Камераз, 1972). Аналогичные формы обнаружены также среди других видов: *S. acaule, S. andigenum* (Максимов, 1972), *S. vernei, S. rybinii, S. phureja, S. leptostigma* (Веселовский, 1978), *S chacoense, S. yungasense* (Effmert, Sawiska, 1982; Staszewicz et al., 1982), *S. goniacalyx, S. stenotomum* (Бавыко, 1982).

Оценка исходных форм и гибридного материала на устойчивость к парше должна проводиться на высоком инфекционном фоне с использованием для инфекции смеси штаммов патогенных актиномицетов разного происхождения, но собранных в пределах только той зоны, для которой создаётся сорт (Сергеев, 1982; Коваль, 1985).

Наиболее распространён полевой метод А. Нолла (Noll, 1968): высадка клубней в борозды, заполненные естественно инфицированной почвой (в которой росли больные клубни) или же почвой (песком), смешанной с искусственной культурой парши.

Степень устойчивости к парше обыкновенной определяют путём подсчёта числа поражённых клубней и площади распространения болезни на клубнях (степень поражения) по 9-ти бальной шкале. На основе общей шкалы разработана эталонная шкала, приспособленная для оценки на устойчивость к парше по визуально учитываемому проценту поражения язвами поверхности большинства клубней в образце (Анисимов и др., 1992).

Устойчивость к кольцевой гнили

Несмотря на вредоносность заболевания, селекция на устойчивость к кольцевой гнили до сих пор ведётся недостаточно, а механизм и генетика устойчивости изучены слабо.

Известно, что, в потомстве от самоопыления устойчивых сортов преобладают устойчивые формы. Это свидетельствует о доминантном аддитивном наследовании признака. Сорта с 3 – 4-мя аллеломорфными генами одного локуса более устойчивы, чем сорта, у которых только 1 – 2 гена. Устойчивость носит расоспецифический характер и зависит от штаммового состава, поэтому селекцию

лучше вести по типу накапливающих скрещиваний. Между устойчивостью к кольцевой гнили и чёрной ножке наблюдается, как правило, отрицательная корреляция. Например, сорта Бронницкий и Невский являются средне- и высокоустойчивыми к кольцевой гнили, но неустойчивы к чёрной ножке. Подобная закономерность наблюдается также при оценке гибридов конкурсного испытания.

С. М. Букасов и А. Я. Камераз (1972), суммируя литературные данные, приводят следующие устойчивые сорта: Мерримак, Президент, Саранок, Тетон, Фризо, Фурор. Позднее идентифицированы сорта: Альфа, Берлихинген, Веселовский, Вольтман, Дуа, Командор, Лорх, Лошицкий, Огонёк, Олев, Ослава, Скороспелка-1, Смачный, Смысловский, Совхозный, Столовый-19, Темп, Ульяновский, Фитофтороустойчивый, Форверте, Фрингилла. В настоящее время среди районированных сортов по устойчивости к кольцевой гнили выделяются: Гатчинский, Голубизна, Заря, Мажестик, Столовый-19.

По данным В.М. Положенца (1991), для селекции перспективны гибридные популяции, в которых в качестве материнской формы использован сорт Адретта. В частности, с его участием получен сорт Свитанок киевский, высокоустойчивый к кольцевой гнили.

Среди видов картофеля устойчивость к кольцевой гнили отмечена у *S. andigenum, S. chacoense, S. phureja, S. rybinii, S. kesselbrenneri, S. semidemissum, S. jamesii* и *S. stenotomum* (Букасов, Камераз, 1972; Когут, 1985).

Оценку исходного и селекционного материала проводят лабораторным (клубни в верхушечной части, около глазков, заражают с помощью шприца чистой культурой возбудителя и выдерживают в полиэтиленовых или обычных пакетах) и полевым (искусственно заражённые клубни высаживают в поле, в период вегетации и уборки делают учёты, весной – клубневой анализ) методами (Шнейдер, Яшина, Ерохина, 1980). Полевой метод применяют для получения окончательной характеристики образцов. Визуальная оценка может быть дополнена определением латентной формы заражения серологическим методом или иммуноферментным анализом.

Устойчивость к чёрной ножке

Устойчивость к чёрной ножке наследуется полигенно, что подтверждается непрерывным вариационным рядом в расщеплении гибридов по резистентности к патогену. Наличие же высокой

положительной корреляции между средними показателями устойчивости потомства и средней устойчивостью родителей указывает на аддитивный характер наследования данного признака. В гибридных популяциях наблюдается трансгрессивная изменчивость, позволяющая вести отбор гибридов, превышающих по устойчивости родительские формы. Наибольшее количество устойчивых гибридов получено в тех вариантах скрещивания, где обе родительские формы или одна из них были устойчивы.

Абсолютно невосприимчивых сортов картофеля к чёрной ножке не выявлено, но среди сортов отечественной селекции выделены относительно устойчивые: Агрономический, Веселовский, Волжанин, Воротынский ранний, Вырыпаевский, Гатчинский, Голубизна, Дружный, Енисей, Екатерининский, Имандра, Искра, Идеал, Камераз, Кристалл, Лаймдота, Приобский, Седов, Смысловский, Тулунский, Хибинский ранний, Южанин, Юго-Восточный (Шнейдер, Яшина, Ерохина, 1980). Кроме того, сущеидентифицированы сорта, сочетающие комплексную устойчивость к чёрной ножке и кольцевой гнили: Дарунок полей, Житомирянка, Немашевский поздний, Олев, Радуга, Смачный (Шнейдер, Яшина, Ерохина, 1980).

Повышенной и относительной устойчивостью к чёрной ножке характеризуются образцы диких и культурных видов: *S. commersonii, S. chacoense, S. tarijense, S. berthaultii, S. microdontum, S. acaule, S. semidemissum, S. stoloniferum, S. polyadenium, S.jamesii, S. pinnatisectum, S. bulbocastanum, S. rybinii, S. phureja, S. sparsipilum, S. velascanum, S. demissum, S. kurtzianum, S. leptostigma, S. schickii, S. garciae, S. baergeri, S. angustisectum, S. verrucosum, S. stenotomum* и др.

Особенно перспективен для селекции на устойчивость к чёрной ножке *S. andigenum*. Среди этого вида выделено большое количество образцов (особенно у колумбийских форм), устойчивых и относительно устойчивых по стеблям или клубням или сочетающих устойчивость стеблей и клубней. Многие из них обладают набором хозяйственно-ценных признаков, образуют ягоды, передают признак устойчивости потомству при внутривидовой и межвидовой гибридизации (Томчук, Бельская, Генералова, 1977; Власов, Переверзев, Бушкова, 1990).

Несмотря на отсутствие единого мнения о связи между проявлением мокрой гнили на клубнях и чёрной ножки на стеблях, Ж. Задина и К. Добиаш (Zadina, Dobias, 1976) установили тесную корреляцию между двумя типами устойчивости и рекомендует селекционный материал сначала испытывать на устойчивость

к мокрой гнили, а затем резистентные к ней формы проверять на устойчивость к чёрной ножке. По их мнению, предпочтение нужно отдавать формам, устойчивым к мокрой гнили, а не только к чёрной ножке.

Для оценки устойчивости исходных форм и селекционных гибридов используют лабораторный и полевой методы. Лабораторный метод основан на искусственном заражении клубней или их кусочков и срезанных стеблей чистой культурой возбудителя. Инокуляцию проводят с учётом вирулентности возбудителя, оптимальной концентрации бактериальной суспензии и соблюдении благоприятных для развития болезни условий (Шнейдер, 1970).

Способы введения суспензии также разнообразны: инъекции медицинским шприцем; прокладывание кусочков фильтровальной бумаги, смоченной в суспензии; укол инфицированной иглой; введение бактерий в чечевички клубня под вакуумом; покрытие клубней смесью стерильной глины с бактериальной суспензией; прокол клубней в пуповинной части специальным штампом и обмакивание в суспензии; дозированное внесение суспензии микропипеткой в полость, предварительно пробитую в центре ломтика.

Для испытания надземной части растения на устойчивость к чёрной ножке срезанные стебли инфицируют медицинским шприцем и выдерживают в стаканах или колбах с водопроводной водой.

Полевой метод оценки основан также на искусственном заражении посадочных клубней и достоверен на поливных участках или в годы с избыточным увлажнением. Учитывают полевую всхожесть, развитие чёрной ножки и мокрой гнили клубней в период вегетации, при уборке и хранении. Методом пользуются на заключительных этапах селекционного процесса у небольшого числа отобранных образцов в течение 2 – 3-х лет (Шнейдер, Яшина, Ерохина, 1980).

Для диагностики бактериальных заболеваний в стеблях и клубнях с нечёткими признаками и выявления скрытой формы поражения применяют серологический метод, разработанный Ю. И. Шнейдером (1970) на основе капельного метода с использованием полиштаммовых сывороток.

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Васютин А.С., Сметник А.И., Мордкович Я.Б., Зинченко В.Н., Юдин Б.И., Смирнов С.А., Москаленко Г.П., Шахраманов И.К., Масляков В.Ю. Карантин растений в РФ. Под ред. Васютина А.С., Сметника А.И. // М.: Колос, 2001. 376 с.

Воловик А.С., Глез В.М., Замотаев А.И., Зейрук В.Н., Литун Б.П.. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков// М.: Агропромиздат, 1989. 205 с.

Анисимов Б.В. Сорта картофеля, возделываемые в Российской Федерации // Каталог. М.: Информагротех. 1999. 116 с.

Анисимов Б.В., Анисимова Г.Л., Соловьёва Е.А. Оценка сортов картофеля по устойчивости к парше обыкновенной// Научн. тр. ВНИИКХ. Селекция и семеноводство. М. 1992. Вып.55. С.50-57.

Атабеков И.Г. и Тальянский М.И. Биотехнологические методы в безвирусном растениеводстве// Достижения с/х наук. М. 1997. С.121-136

Бавыко Н.Ф. Культурные виды картофеля Южной Америки, их ареал и ценность для селекции // Тр. по прикладной ботанике, генетики и селекции. Использование диких и культурных видов картофеля в селекции. Л. 1982. В.2. С.109-114.

Бедная С.М. Грибы на сорняках и возможность их использования для биологического контроля// Микология и фитопатология. 1992. Т. 26. В. 5. С.329-336.

Бобринская С.Г., Григорьева Т.Г., Персин С.А. Проволочники и меры борьбы с ними// Л.: Колос. 1965. 222 с.

Бобров Л. Г. Технология предпосадочной подготовки клубней// Картофель и овощи. 1976. №3. С.9-11.

Богуславская Н. В., Филиппов А. В. Распространение возбудителя фитофтороза картофеля в почве. //Микология и фитопатология. 1976. Т. 10. В. 4. С.316- 317.

Букасов С.М., Камераз А.Я. Основы селекции картофеля// М.: Сельхозгиз. 1959. 528 с.

Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля// Л.: Колос. 1972. 358 с.

Веселовский И.А. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля// Тр. ЛСХИ. Л. 1978. В.346. С.44-46.

Вечер А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля// Минск: «Наука и техника». 1973.

Власов Н.М., Переверзев Д.С., Буткова Л.Н. Основы защиты картофеля от чёрной ножки // Защита растений. 1990. № 6. С.9-10.

Воловик А. С., Глез В. М., Замотаев А.И., Зейрук В. Н., Литун Б. П. Справочник "Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков"// Агропромиздат. 1989. С.103- 105.

Воробьёва Ю.В., Гриднев В.В., Батаева В.В. О появлении изолятов А2 типа совместимости *P. infestans* (Mont.) de Bary на территории СССР // Микология и фитопотология. 1991. В.25. № 1. С.62-67.

Глез В.М., Черкашин В.И. Колорадский жук// Защита и карантин растений. 2002. № 5. С. 65-92.

Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними// М.: Колос. 1972. 444 с.

Дорофеев А. А., Рашидов Д. Ш. Перспективный прием повышения урожайности картофеля // Состояние картофелеводства и семеноводства картофеля в республике, пути и методы повышения урожайности и увеличение его производства в свете решения Продовольственной программы. Ташкент. 1989. 21 с.

Дьяков Ю.Т. Оценка резистентности возбудителя фитофтороза картофеля к фунгициду метаксилу // С.-х. биология. 1988. № 1. С.135-138.

Дьяков Ю.Т. Роль иммунитета в селекции растений // Природа. 1977. № 8. С.72-79.

Заверткина И.В., Шалдяева Е.М. Типы фомозной гнили клубней картофеля// АГРО XXI. 2004-2005. №7-12.

Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4 т. Под общей редакцией Д. Шпаара// Торжок.: «Вариант». 2004. Т. 4.

Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков// Минск.: «Белпринт». 2005. 696с.

Камераз А.Я., Иванова В.Н. Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к вирусам // Тр. по прикладн. ботан., генет. и селекции. Л. 1965. Вып.37. № 3. С.161.

Камераз И.Я., Яшина И.М., Склярова Н.П. Генетика устойчивости картофеля к патогенам. Генетика картофеля// М.: «Наука». 1974. С.175-194.

Кваснюк Н.Я., Гуревич Б.И., Жеребцова Л.Н., Филиппова Е.И. Некоторые особенности защиты картофеля от фитофтороза// Защита и карантин растений. 2006. №6.

Кирьянова Е.С., Кралль Э.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. В 2-х томах// Л.: «Наука». Т. 1. 1969. 448 с., Т. 2. 1971. 522 с.

Коваль Н.Д. Создание инфекционного фона для оценки исходного и селекционного материала картофеля к болезням // Селекция и семеноводство. 1985. № 5. С.37-38.

Когут И.Д. Испытание культурных видов картофеля и их гибридов на устойчивость к бактериальным болезням // Селекция и семеноводство картофеля. М. 1985. Вып.44. С.65-74.

Королёв А. Картофель под защитой компьютера// Картофелевод. № 1(6). 2006.

Костина Л.И., Жёлудева З.П. Сорта картофеля, устойчивые к картофельной нематоде *G. rostochiensis* W. // Бюллетень ВИР. Л. 1980. В.105. С.16-20.

Кузнецова М.А. Защита картофеля// Защита и карантин растений. 2007. № 5. С. 61-102.

Лаптинов И.А. ПЦР-диагностика без электрофореза. Лабораторная диагностика России. Ежегодный справ. «Мир медицины»// М.: «Человек». 2004/2005. С.162–163

Левитин М.М. Фитопатогенные грибы против сорняков// Защита и карантин растений. 2000. № 7. С. 16-17.

Максимов В.И. Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к парше обыкновенной// Исследования по генетике, селекции и семеноводству. Л.-Пушкин. 1972. Т.84. В.1. С.26-30.

Матвеева Е.В. Метод определения возбудителей мягких гнилей в ризосфере растений // Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений. М. 1980. С.74-75.

Буторина Н.Н., Зиновьева С.В., Кулинич О.А. и др. Прикладная нематология// М.: «Наука», 2006. 350 с.

Наумова Н.А. Фитофтора картофеля. Л.: «Колос». 1965.

Паденов К.П. Мероприятия по борьбе с сорняками и пути их усовершенствования// Ахова раслін. 2001. № 4. С.27-29.

Паденов К.П., Сорока С.В. Сорные растения в посевах сельскохозяйственных культур и регулирование их численности// Ахова раслін. 2002. № 5. С.24-26.

Парамонов А.А., Брюшкова Ф.И. Стеблевая нематода картофеля и меры борьбы с нею// М.: Издательство АН СССР. 1956. 140 с.

Пляхневич М.П. Современные методы прогноза развития фитофтороза картофеля // Известия Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграрных наук. 2006. № 5.

Положенец В.М. Некоторые результаты селекции картофеля на устойчивость к бактериальным болезням // Селекция и семеноводство. 1991. № 6. С.8-9.

Понин И.Я. Исходный материал и его использование при выведении сортов картофеля, устойчивых к картофельной нематоде: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. Наук// Л. 1968. 18 с.

Попкова К.В., Шнейдер Ю.И., Воловик А.С. Болезни картофеля// – М.: «Колос». 1980. С.115-134.

Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Еланский С.Н., Мальцев С.В. Технологии хранения картофеля // М.: «Картофелевод». 2007. 192 с.

Рогожин А.Н., Филиппов А.В.. Распределение и жизнеспособность конидий *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в атмосфере над пораженными посадками картофеля // Микология и Фитопатология. 1983. Т.17. В.3. С.225-227.

Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы // Пер. с англ. В.А. Лебедева; под ред. И.М. Яшиной. М.: «Агропромиздат». 1989. 183 с.

Самерсов В.Ф., Паденов К.П., Сорока С.В. Рекомендации по борьбе с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур// Минск: «Асобны Дах». 1999. 92 с.

Самсонов В.П. Агроэкологические аспекты борьбы с сорной растительностью в адаптивном земледелии// Ахова раслiн. 1999. № 5. С. 2-5.

Сергеев В.В. Устойчивость картофеля к парше обыкновенной // Минск: «Картофелеводство». 1982. Вып.5. С.122-125.

Серегина М. Т. Действие электрического поля на ростовые процессы растений лука репчатого на П3 этапе органогенеза// Научно-технический бюллетень по агрономической физике. Л. 1982. С.15-20.

Сергеев В. В., Колин А. Р. Предпосадочная обработка клубней картофеля магнитным полем // Защита растений. 1987. №12. С. 47-54.

Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Еланский С.Н. Сорта картофеля, возделываемые в России 2007. Каталог // М.: «Картофелевод». 2007. 79 с.

Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Склярова Н.П., Яшина И.М., Еланский С.Н. Сорта картофеля, возделываемые в России 2005. Каталог.// М.:«Картофелевод». 2005. 112 с.

Синицин В.В. Разработка методики оценки сеянцев картофеля на устойчивость к вирусу скручивания листьев при создании исходного материала. Автореф. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук.// М. 1986. 21 с.

Сиротина Л. В., Сиротин А. А., Травкин М. П. Органогенез растений проса при предпосадочной обработке семян магнитным полем// Биологическое действие электромагнитных полей. Тез. Докладов. Пущино. 1982. С.154-158.

Склярова Н.П. Изучение и генетическая оценка диких видов и гибридов картофеля по устойчивости к вирусам Y, X, M. Автореф. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук.// М. 1970. 21 с.

Склярова Н.П. Некоторые вопросы селекции картофеля на устойчивость к вирусным болезням. Обзорная информация.// М. 1972. 6 с.

Склярова Н.П., Жарова В.А., Кукушкин Н.И. Селекция картофеля на иммунитет к вирусу Т // Актуальные проблемы современного картофелеводства. Минск. 1997. С.39-40.

Сорока С.В. Тенденции изменения засоренности основных сельскохозяйственных культур в Беларуси// Ахова раслін. 1999. № 2-3. С. 29-33.

Сорока С.В., Терещук В.С., Сонкина Н.В. Борьба с сорняками на картофеле//Ахова раслін. 2000. № 2. С.16-17.

Тамчук Н.Г., Бельская С.И., Генералова И.В. Устойчивость некоторых форм S. andigenum к чёрной ножке // Известия АН Белорусской ССР. Минск. 1977. № 2. С.98-100.

Физиология картофеля / Под ред. Б.А. Рубина. М.: «Колос». 1979. 272 с.

Филиппов А. В. Козловский Б.Е., Гуревич Б.И. и др. Краткосрочный прогноз, определение потерь урожая и меры защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза// Методические рекомендации. М.: «Агропромиздат». 1988. 19 с.

Филиппов А.В. Системы принятия решений о защите картофеля от фитофтороза // Защита и карантин растений. 2007. №3.

Филиппов А.В., Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Спиглазова С.Ю., Сметанина Т.И. Сроки обработки картофеля для защиты от фитофтороза // Защита и карантин растений. 2006. №12.

Филиппов А.В., Фитофтороз картофеля// Защита и карантин растений. 2005. №4.

Шнейдер Ю.И. Методика оценки картофеля на устойчивость к бактериальным болезням// Результаты исследований по селекции и семеноводству картофеля. Научн. тр. НИИКХ. 1970. С.228-240.

Шнейдер Ю.И., Яшина И.М., Ерохина С.А. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям // М. 1980. С.38-42.

Шпаар Д., Иванюк В., Шуманн П., Постников А. и др. Картофель // Под ред. Д.Шпаара. Минск: «ФУАинформ». 1999. 272 с.

Шпаар Д., Иванюк В., Шуманн П., Постников А. и др. Картофель // Под ред. Д. Шпаара. Торжок: «Вариант». 2004. 466 с.

Яшина И.М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные приёмы его использования в селекции: Диссертация в виде научн. доклада на соиск. уч. ст. доктора с.-х. наук.// М. 2000. 65 с.

Яшина И.М. Теоретические и методические основы практической селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям // Селекция картофеля на иммунитет и защиту от болезней и вредителей. Научн. тр. НИИКХ. 1986. С.3-17.

Яшина И.М., Першутина О.А., Ерохина С.А. Наследование полевой (горизонтальной) устойчивости картофеля к фитофторозу и связь этого признака с урожайностью и крахмалистостью // Научн. тр. НИИКХ. 1974. Вып.18. С.54-62.

Яшина И.М., Прокопова Л.И. Наследование устойчивости к вирусам X и Y у сортов и видов картофеля// Киев: «Изд-во УСХА». 1969. Вып.10. № 11. С.11-12.

Яшина И.М., Федотова Т.Ю. Оптимальная схема беккроссирования при межвидовой гибридизации картофеля // Вопросы картофелеводства. Научн. тр. ВНИИКХ. 1997. С.9-18.

Alvarez A.M. 2001, Differentiation of bacterial populations in seed extracts by flow cytometry. In: de Boer SH (ed) Plant pathogenic bacteria. Kluver, Dordrecht, pp. 393-396

Atkins SD and Clark IM Fungal molecular diagnostics: a mini review// J Appl Genet 2004. V.45. P.3-15

Baerecke M.G. Ergebnisse der Resistanzzüchtung gegen das Blattrollvirus der Kartoffel // Z. planzenzucht. 1959. Bd.36. S.395-401.

Bansal, K.C. and Nagarajan, S. Reduction of leaf growth by water stress and its recovery in relation to transpiration and stomatal conductance in some potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes// Potato Research 1987. 30. P. 497-506.

Bartlett & Stirling. PCR Protocols// Methods Mol Biol. 2003.V.226.

Behunke M. General resistance to late blight of *Solanum tuberosum* plants regenerated from callus resistant to culture filtrates of Phytophtora infestans// Ibid. 1980. Vol.56. P.151-152.

Ben Khedher, M. and Ewing, E.E. Growth and analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress// American Potato Journal 1985. V.62. P.537-554.

Bishop, J.C and Grimes, D.W. Precision tillage effects on potato root and tuber production// American Potato Journal 1978. V.55. P. 65-71.

Black W. Inheritance of resistance to blight (P. infestans) in potatoes: inter – relationships of genes strains// Proc. Roy. Soc. Edinbourgh. Series B. 1952. Vol.64. P.312-314.

Burton, W.G. Challenges for stress physiology in potato// American Potato Journal 1981. V.58. V.3-14.

Caligori P.D.S., Phillips M.S. A reexamination of apparent selection in Globodera pallida on Solanum vernei – hybrids// Euphytica. 1984. V.33. P.583-586.

Caruso P, Gorris MT, Cambra M, Palomo JL and Lopez MM Enrichment double-antibody sandwich indirect enzyme-linked immunosorbent assay that uses a specific monoclonal antibody for sensitive detection of Ralstonia solanacearum in asymptomatic potato tubers// Appl. Environ Microbiol. 2002. V.68. P.3634-3638

Chen, H.H. and Li, P.H. Characteristics of cold acclimation and deacclimation in tuber-bearing Solanum species// Plant Physiology 1980a. V.65. P.1146-1148.

Chen, H.H. and Li, P.H. Biochemical changes in tuber-bearing Solanum species in relation to frost hardiness during cold acclimation// Plant Physiology. 1980b. V.66. P.414-421.

Chen, H.H., Li, P.H. and Brenner, M.L. Involvement of abscisic acid in potato cold acclimation. Plant Physiology 1983. V.71. P.362-365.

Chen C., Yu D., Xie Z., Fan B., Chen Z. Expression of tobacco class II catalase gene activates the endogenous homologous gene and is associated with disease resistance in transgenic potato plants// Plant Molecular Biology. 1999. V.39. P.477-488.

Ciapina L.P., Carareto Alves L.M. and Lemos E.G.M. A nested-PCR assay for detection of *Xylella fastidiosa* in citrus plants and sharpshooter leafhoppers// Journal of Applied Microbiology. 2004. V.96. P.546–551.

Demagante, A.L. and van der Zaag, P. The response of potato (*Solanum* spp,) to photoperiod and light intensity under high temperatures// Potato Research. 1988. V.31. P.73-83.

Dowley L.J., Burke J.J. Field validation of four decision support systems fo the control of late blight of potatoes in Ireland// Potato Research 2004/5. V. 47, № 3/4. P. 151-163.

Dunnett J.M. Neue Nomenklatur fuer die Pathotypen der Kartoffelnematoden // Züchter. 1957. Bd.25. H.3. S.86-94.

Dziewonska M.A., Ostrowska K. Resistance to potato virus M in certain wild potato species// Potato Res. 1978. V.21. P.129-131.

Effmert M., Sawicka E. Charakterystyka riektoruch przdstawiciele serii Comenersoniana Buk. podwzgledene odpornosei na parch zwykly Streptomyces scabies (Thaxt) Walismam et Henrici// Biol. J. Ziemn. 1982. V.27. P.43-50.

Fry W. E. & Spielman L. J. Population biology// In: Advances in Plant Pathology. Phytophthora infestans the cause of late blight of potato, edited by D. S. Ingram & P.Williams. London: «Academic Press». 1991. V.7, P.171 - 192.

Galver R., Brown C.R. Inheritance of extreme resistance to PVY derived from *S. andigenum* // Amer. Potato J. 1980. V.57. P.476-477.

Gawronska, H., Thorton, M.K. and Dwelle, R.B. Influence of heat stress on dry matter production and photoassimilate partitioning by four potato clones. American Potato Journal 1992. V.69. P.653-664.

Georgakopoulos D., et. al. Cloning of a phenazine biosynthetic locus of *Pseudomonas aureofaciens* PGS12 and analysis of its expression in vitro with the ice nucleation reporter gene// Appl. Environ. Microbiol. 1994. N 60. P. 2931-2938.

Glulow S. A., Stewart H. E. & Wastie R. L. Effect of tuberplane bacteria on susceptibility of potato tubers to late blight // Phytophthora. infestans -150. Eur. Assoc. for potato res., Pathology section conference, Ireland (Eds L. J. Dowley et al.). Dublin «Bool Press Ltd». 1995. P.325 - 332.

Goffart H., Ross H. Untersuchungen zur Frage der Resistenz von Wildarten der Kartoffel gegen den Kartoffelnematoden (Heterodera rostochiensis Woll.)// Züchter. 1954. Bd.24. H.7/8. S.124-128.

Haverkort, A.J., van de Waart, M. and Bodlaender, K.B.A. The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions// Potato Research 1990. V.33. P.89-96.

Hermansen A., Amundsen T. Late Blight Warning in Norway// PAGV-Special Report No 1. Proceedings of the workshop on the European network for the development of an integrated control strategy of potato late blight. Lelystad, Netherlands, 30 September -3 October, 1996. / Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables, Lelystad, Netherlands; eds. H. Scheepers and E. Bouma. Lelystad. 1997.

Hetherington, S.E., Smillie, R.M., Malagamba, P. and Huaman, Z. () Heat tolerance and cold tolerance of cultivated potatoes measured by chlorophyll fluorescence method// Planta 1983. V.159. P.119-124.

Huijsman C.A. The prospects of controlling potato sickness by growing resistant varieties// Euphytica. 1964. V.13. № 3. P.223-228.

Huijsman C.A., Klinkenberg C.H., Ouden H. Tolerance to Heterodera rostochiensis Woll. among potato varieties and its relation to certain characteristics of root anatomy// Europ. Potato J. 1969. V.12. №2. P.134-138.

Hunnius W., Scheidt M. Der Eiweibgehalt der Kartrags – und Wertmerkmalen und in seinen Sorten – verhalten// Bayer. Zandn. Ib.50. Sonderh, 1974. S.120-133.

Ibrahim SK, Minnis ST, Barker ADP, Russell MD, Haydock PPJ, Evans K, Grove IG, Woods SR, Wilcox A. Evaluation of PCR, IEF and ELISA techniques for the detection and identification ofpotato cyst nematodes from field soil samples in England and Wales// Pest Management Science. 2001. V.57: P.1068-1074.

Iritani, W.M. Growth and preharvest stress and processing quality of potatoes// American Potato Journal 1981. V.58. P.71-80.

Jashina I.M., Skljarova N.P., Simakov E.A. The results of breeding aimed at development of potato varieties resistant to potato virus Y // Proceed. of the Inter. Pot. Simposium. Brasov. 1997. P.77-78.

Kleinhenz B., Jörg E. Validation of SimPhyt I/II – A decision support system for late blight control in Germany // PAV-Special Report No 5. Proceedings of the workshop on the European network for the development of an integrated control strategy of potato late blight. Uppsala, Sweden, 9-13 September, 1998. / Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables, Lelystad, Netherlands; eds. H. Scheepers and E. Bouma. – Lelystad, 1998.

Kort J., Ross H., Rumpenhorst H.J., Stone A.R. An international scheme for the indentification of pathotypes of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* // Nematologica. 1977. Vol.23. P.333-339.

Krantz F.A., Eide A.E. Potato breeding in the United States // Pflanzenzuecht. 1948. Bd.29. H.3. S.372-382.

Kraus J., Loper E. Characterization of a genomic region required for production of the antibiotic pyoluteorin by the biological control agent *Pseudomonas fluorescens* Pf-5// Appl. Environ. Microbiol. 1995. V.61. P.849-854.

Kuznetsova M. et al. Change the resistance reaction of potato leaves to *Phytophthora infestans* (Mont.)d By caused by preplanting treatment of the tubers with live cells of *Pseudomonas fluorescens* A-33// Effectiveness of some microorganisms and plant extracts in the control of plant diseases. Poland, Skierniewice. 1996. P.45-49

Langerfeld E., Rohloff H. Einfluβ einer inokulation von Eierfrucht (*S. melongena*) mit Cms und anderen Bakterienarten auf die Befallsausprägung // Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Farstwirt. Berlin-Dahlem. 1988. Bd.245. P. 216.

Lapointe S.L., Tingly W.M. Feeding response of the green peach aphid to Potato glandular trichomes // Econ. entomol. J. 1984. V.77. P.386-389.

Larance R. S., Martin W. J. Comparison of isolates of *Phytophthora infests* at different temperatures// Phytopathology. 1954. V.44. N9. P. 495.

Lemancean P., Alabouvette C. Suppression of fusarium wilts by fluorescent pseudomonads: Mechanisms and applications// Biocontr. Sci. and Technol. 1997. N3. P.219-234.

Levy, D., Kastenbaum, E. and Itzhak, Y. Evaluation of parents and selection for heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program// Theoretical and Applied Genetics 1991. V.82. P.130-136.

Levy, D., Pehu, E. and Veilleux, R.E. Variability of diffusive leaf resistance and transpiration rates of various potato genotypes and its possible contribution to water economy// Potato Research 1988. V.32. P.275-282.

Li, P.H. and Fennell, A. () Potato frost hardiness// In: Li, P.H. (ed.) Potato Physiology. Academic Press, New York. 1985. P. 457-479.

Li, P.H., Huner, N.P.A., Toivio-Kinnucan, M., Chen, H.H. and Palta, J.P. Potato freezing injury and survival, and their relationships to other stress. American Potato Journal 1981. V.58. P.15-29.

Lopez M.M., Bertolini E., Olmos A., Caruso P., Gorris M.T., Llop P., Penyalver R., Cambra M. Innovative tools for detection of plant pathogenic viruses and bacteria// Int. Microbiol. 2003. V.6(4) P.233-243

Maaron C.J.M. and Zavriev S.K. PCR-based tests for detection of Tobamoviruses and carlaviruses// Acta Horticulturae. 2002. V. 598. P.117-122

MacKerron, D.K.L. and Jefferies, R.A. Observations on the effects of relief of late water stress in potato// Potato Research 1985. V.28. P.349-359.

MacKerron, D.K.L. and Jefferies, R.A. The distributions of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. I. Observations on the effect of water stress on graded yields from differing cultivars// Potato Research 1988. V.31. P.269-278.

Mauchline T.H., Kerry B.R., Hirsch P.R. Quantification in soil and the rhizosphere of the nematophagous fungus *Verticillium chlamydosporium* by competitive PCR and comparison with selective plating// Appl Environ Microbiol. 2002. V.68(4). P.1846-1853.

Maurhofer M. et. al. Influence of plant species on disease suppression by Pseudomonas fluorescens strain CHAO with enhanced antibiotic production// Plant Pathol. 1995. V.44. P. 40-50.

Miller, D.E. and Martin, M.W. The effect of irrigation regime and subsoiling on yield and quality of three potato cultivars// American Potato Journal 1987. V.64. P.17-25.

Morris J., Clover G.R., Harju V.A., Hugo S.A., Henry C.M. Development of a highly sensitive nested RT-PCR method for Beet necrotic yellow vein virus detection// J Virol Methods. 2001. V.95(1-2). P.163-169.

Nelson G.A. Survival of Corynebacterium sepedonicum on contannated sarfaces// American Potato Journal 1978. V.55(8). P.449-452.

Nielsen Z.W. Erwinia species in the lenticels of certified seed potatoes // American Potato Journal 1978. V.55(12). P.671-676.

Noll A. Eine “Grabenmethode” zur Prüfung von Kartoffelzüchtstimmen auf schorfresistenz // Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschultzd, Braunschweig. 1968. Bd.2. S.163-169.

Norman W. Schaad and Reid D. Frederick. Real-time PCR and its application for rapid plant disease diagnostics// Can. J. Plant Pathol. 2002. V.24. P.250–258.

Olmos A., Betolini E., Cambra M. Simultaneous and cooperational amplification

(Co-PCR): a new concept for detection of plant viruses// J Virol. Methods 2002. V.106. P.51-59.

Pfeffer Ch., Effmert M. Die Zuchtung homozygoter Eltern fur Resistenz gegen Kartoffelschory verursacht aurch Streptomyces scabies (Thaxt) Walksman et Henrici// Achc. Zuchtunhforsch. 1985. Bd.15. H.5. S.325-333.

Powelson M.I., Apple J.D. Potato blackleg in progeny plantings from disesed and symptomless pavent plants// Phytopathology. 1986. Vol.76. № 1. P.56-60.

Prange, R.K., McRae, K.B., Midmore, D.J. and Deng, R. Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration// American Potato Journal 1990. V.67. P.357-369.

Rajashekar, C, Li, P.H. and Carter, J.V. Frost injury and heterogeneous ice nucleation in leaves of tuber-bearing Solanum species// Plant Physiology 1983. V.71. P.749-755.

Reynolds, M.P. and Ewing, E.E. Heat tolerance in tuber bearing Solanum species: a protocol for screening// American Potato Journal 1989. V.66. P.63-74.

Rigotti S., Gugerli P. Rapid identification of potato virus Y strains by one-step triplex RT-PCR// J Virol. Methods. 2007. V.140(1-2). P.90-94.

Rolot J.L., Verlaine A., Meeus P. Potato late blight: Development of a warning service at the “station de haute Belgique” // PAGV-Special Report No 1. Proceedings of the workshop on the European network for the development of an integrated control strategy of potato late blight. Lelystad, Netherlands, 30 September -3 October, 1996. / Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables, Lelystad, Netherlands; eds. H. Scheepers and E. Bouma. – Lelystad, 1997.

Rubin E., Baider A., Cohen Y. Phytophthora infestans produces oospores in fruits and seeds of tomato // Phytopathology. 2001. V. 91. P. 1074–1080.

Schapendonk, A.H.C.M., Spitters, C.J.T. and Groot, P.J. Effects of water stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of five potato cultivars// Potato Research. 1989. V.32. P.17-32.

Schepers H.T.A.M. Decision support systems for integrated control of late blight. Workshop “Towards Integration of Late Blight Control in European Potato Production, Breeding Achievements and Pathogen Knowledge”, Falenty, Jan., 14-18, 2004 // Plant Breed. And Seed. Sci., 2004, V.50.

Schick R., Hopfe A. Die zuechtung der Kartoffel // Die Kartoffel, VEB Deutch. Landw. Verlag. 1962. P.1462-1583.

Schultz J. S. and R. F. Taylor in Handbook of Chemical and Biological Sensors// J. S. Schultz and R. F. Taylor, eds., Ch. Introduction to Chemical and Biological Sensors, Institute of Physics Publishing, Philadelphia. 1996. pp. 1–10

Shallenberger, R.S., Smith, O. and Treadway, R.H. Role of the sugars in the browning reaction in potato chips. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 1959. V.7. P. 274-277.

Shanahan P. et. al. Isolation of 2,4-diacetylphloroglucinol from a fluorescent pseudomonad and investigation of physiological parameters influencing its production// Appl. Environ. Microbiol. 1992. V.58, P.353-358.

Shimshi, D. and Susnoschi, M. Growth and yield studies of potato development in a semi-arid region. 3. Effect of water stress and amounts of nitrogen top dressing on physiological indices and on tuber yield and quality of several cultivars. Potato Research. 1985. V.28, P.177-191.

Sowokinos, J. Stress-induced alterations in carbohydrate metabolism. In Vayda, M.E. and Park, W.D. (eds) The Molecular and Cellular Biology of the Potato// CAB International. 1990a. Wallingford. UK. P.137-158.

Sowokinos, J. Effect of stress and senescence on carbon partitioning in stored potatoes// American Potato Journal. 1990b. V.67. P.849-857.

Sowokinos, J.R., Lulai, E.C. and Knoper, J.A. Translucent tissue defects in *Solanum tuberosum* L. I. Alterations in amyloplast membrane integrity, enzyme activities, sugars and starch content. Plant Physiology. 1985. V.78. P.489-493.

Spencer J.F.T., Gorin F.A.J. The occurence in the host plant of physeoloyially active gume produced by Corynebacterium insidiosum and Corynebacterium sepedonicum// Can. J. Microbiol. 1961. № 7. P.185-188.

Stark, J.C. and Dwelle, R.B. Antitranspirant effects on yield, quality and water use efficiency of Russet Burbank potatoes// American Potato Journal. 1989. V.66. P. 63-574.

Stark, J.C. and Wright, J.L. () Relationship between foliage temperature and water stress in potatoes// American Potato Journal. 1985. V. 62. P.57-68.

Staszewicz K. Charakterystyka niektorych przedstewicieli serii Commersoniana Buk. pod wzgledem odpornosci na parch zwykly Streptomyces scabies (Thaxt) Walksman et Henrici. Biul. // Jnst. Ziemn. 1982. Bd.27. S.43-50.

Sundheim I. Термотерапия как мера борьбы с фитофторозом картофеля// Potettorrate. Norsk. Landb. 1972. V.25. P. 18-19.

Thomashow, M., Gilmour, S., Hajela, R., Horvath, D., Lin, C and Guo, W. Cold acclimation in *Arabidopsis thaliana*// Third International Congress of the International Society for Plant Molecular Biology. Tucson. Arizona. 1991. P.149.

Thomashow L., Bonsall R., Weller D. Antibiotic production by soil and rhizosphere microbes in situ// In: Hurst c. (ed.), Manual of environment microbiology. Washington, D. C. «ASM Press». 1997. P. 493-500.

Thomashow L., Weller D. Role of phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of Gaeumannomyces graminis var.

Список литературы

Tritici// J. Bacteriol. 1998. V.170. P. 3499-3508.

Toxopeus H.J. Some notes on the relations between field resistance to *Ph. infestans* in leaves and tubers and ripening time in *Solanum tuberosum.* subsp. *tuberosum*// Euphytica. 1958. Vol.7. № 2. P.123-130.

University of California: California PestCast disease model database// 2004. www.axp.ipm.ucdavis.edu /disease/database/potatolateblight.html.

Van der Plank. Resistance: The foundation of integrated pathogen management of late blight (*P. infestans*) // Circular. 1972. V.7. № 1. P.22-25.

van der Zaag, D.E. Reliability and significance of a simple method of estimating the potential yield of the potato crop// Potato Research. 1984. V.27. P.51-53.

van der Zaag, D.E. and Doornbos, J.H. An attempt to explain difference in the yielding ability of potato cultivars based on differences in cumulative light interception, utilization efficiency of foliage and harvest index// Potato Research. 1987. V.30. P.551-568.

van Loon, CD. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. American Potato Journal. 1981. V.58. P.51-69.

Volkhard A., Kempf J., Trebesius K and Autenrieth I.B. Fluorescent in situ hybridization allows rapid identification of microorganisms in blood cultures// J Clin Microbiol. 2000. V.38. P.830-838.

Walker, M.A., McKersie, B.D. and Peter Pauls, K. Effects of chilling on the biochemical and functional properties of thylakoid membranes. Plant Physiology. 1991. V.97. P.663-669.

Wiersema S.G. A general treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Heredity. 1955. V.10. P.31-50.

Zadina J., Dobias K. Maglichkeiten der Resistenzzüchtung gegen die Knollennassfäule bein Kartoffeln // Tagnngsber. Akad. Landwirtschaftsuriss, DDR. 1976. H.140. S.207-219.

Zadina J., Findeijs R. Genetica resistance brambora proti racovinm bramboru (S. endobioticum) a jeji vyuhite ve slechtmni bramboru // Ved. prace vyzk. slect. Ustavu Brambor. 1988. Bd.11. H.1. S.45-46.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение...3
Общие сведения о болезнях картофеля...3
Основные группы возбудителей болезней...5
Грибы...5
Бактерии...10
Актиномицеты...12
Вирусы...12
Вироиды...13
Фитоплазмы...13
Часть I. Болезни и их возбудители...14
Глава 1. Грибные болезни...14
Фитофтороз...14
Альтернариоз...18
Ризоктониоз (черная парша)...20
Парша обыкновенная...22
Парша порошистая...24
Парша серебристая...25
Парша бугорчатая (Ооспороз)...27
Фомоз, или пуговичная гниль...28
Сухая гниль, или Фузариоз...31
Антракноз, или дартроз...32
Вертициллезное увядание (вилт)...34
Фузариозное увядание...35
Рак...36
Резиновая гниль...37
Церкоспороз (желтая пятнистость)...39
Мучнистая роса...40

Белая гниль (склеротиниоз)...41
Серая гниль...42
Аскохитоз...43
Глава 2. Бактериальные болезни...45
Черная ножка (мягкая гниль)...45
Кольцевая гниль...48
Бурая бактериальная гниль...51
Меры борьбы с бактериозами...51
Глава 3. Смешанные гнили клубней...54
Глава 4. Болезни, вызываемые вирусами и вироидами...58
Описания болезней, вызываемых вирусами и вироидам...60
Скручивание листьев...60
Морщинистая и полосчатая мозаики...60
Крапчатая (обыкновенная, мягкая) мозаика...61
Обыкновенная и складчатая мозаики...62
Мозаичное закручивание верхних листьев...62
Аукуба мозаика...62
Мраморность (калико)...63
Кольцевая пятнистость, некроз клубней и крапчатость стебля картофеля...63
Метельчатость верхушки...64
Веретеновидность клубней...64
Защита картофеля от вирусных болезней...65
Глава 5. Болезни, вызываемые фитоплазмами...68
Столбурное увядание...68
Ведьмины метлы...69
Круглолистность...69
Пурпурное закручивание верхушки...70
Глава 6. Фитогельминтозы...71
Глободероз...71

Дитиленхоз....73
Мелойдогиноз....76
Глава 7. Вредители картофеля....78
Колорадский жук....78
Проволочники....82
28-точечная картофельная коровка....84
Майские жуки....86
Картофельная моль....86
Подгрызающие совки....89
Совка-гамма....90
Внутристебельные совки....91
Луговой мотылек....92
Медведки....93
Сосущие насекомые....93
Слизни....96
Обыкновенный паутинный клещ....97
Луковый корневой клещ....97
Мышевидные грызуны....98
Глава 8. Сорная растительность....100
Однолетние однодольные сорняки....101
Однолетние двудольные сорняки....102
Многолетние однодольные сорняки....104
Многолетние двудольные сорняки....105
Меры борьбы с сорной растительностью....107
Глава 9. Неблагоприятные факторы окружающей среды....118
Высокая температура окружающей среды и толерантность картофеля к жаре....119
Недостаток влаги и засухоустойчивость картофеля....123
Влияние холода на рост и хранение картофеля, толерантность к низкой температуре....126

Повреждения растений, вызываемые неблагоприятными условиями внешней среды....129
Глава 10. Повреждения клубней....134
Потемнение мякоти....134
Серая пятнистость....134
Удушье клубней....134
Переохлаждение и подмораживание клубней....135
Железистая пятнистость, или ржавость клубней....135
Дупловатость клубней....136
Деформация клубней....136
Вторичный рост....136
Позеленение клубней....136
Красное или синее окрашивание мякоти клубня....136
Растрескивание клубней....137
Механические повреждения....137
Глава 11. Идентификация заболеваний картофеля....141
Определитель болезней и повреждений картофеля по внешним признакам....141
Методы молекулярной диагностики болезней картофеля....156
Диагностические системы....161
Часть II. Интегрированная система защиты картофеля...166
Глава 12. Мероприятия до посадки картофеля....166
Севообороты, предшественники и пространственная изоляция....166
Выбор участка, подготовка почвы....167
Применение минеральных и органических удобрений....168
Подбор сортов....174
Качество семенного материала и подготовка клубней к посадке....177
Глава 13. Посадка картофеля....183
Срок посадки....183

Глубина посадки и расход посадочного материала............183
Глава 14. Уход за вегетирующими растениями.......................185
Обработка междурядий и борьба с сорной растительностью..185
Орошение..185
Химическая защита растений в период вегетации..............187
Системы принятия решений о необходимости применения фунгицидов, используемые в защите картофеля от фитофтороза..196
Биологический метод защиты...208
Физический метод защиты..214
Глава 15. Уборка и хранение картофеля.................................216
Глава 16. Получение безвирусных растений при семеноводстве картофеля...221
Глава 17. Селекция сортов картофеля на устойчивость к болезням...227
Устойчивость к вирусам...227
Устойчивость к фитофторозу...235
Устойчивость к раку...242
Устойчивость к картофельной нематоде..............................244
Устойчивость к парше обыкновенной..................................248
Устойчивость к кольцевой гнили..249
Устойчивость к чёрной ножке...250
Список цитированной литературы.......................................253
Оглавление...266

Авторы:

Анисимов Борис Васильевич – к. б. н., заместитель директора по науке ВНИИ Картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха

Белов Григорий Леонидович – к. с.-х. н., старший научный сотрудник отдела селекции ВНИИКХ

Варицев Юрий Алексеевич – к. б. н., ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии и иммунодиагностики ВНИИКХ

Еланский Сергей Николаевич – к. б. н., старший научный сотрудник Биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

Журомский Геннадий Константинович – к. б. н., старший преподаватель, Гродненский государственный аграрный университет, Беларусь

Завриев Сергей Кириакович – д. б. н., профессор, член-корреспондент Россельхозакадемии. Руководитель лаборатории молекулярной диагностики Института биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН.

Зейрук Владимир Николаевич – к. б. н., зав. отделом защиты и иммунитета ВНИИКХ

Иванюк Владимир Григорьевич – д. б. н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси. Главный научный сотрудник отдела защиты картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Кузнецова Мария Алексеевна – к. б. н., зав. отделом грибных болезней картофеля и овощных культур ВНИИ фитопатологии

Пляхневич Михаил Петрович – младший научный сотрудник отдела защиты картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Пшеченков Константин Александрович – д. т. н., зав. отделом хранения и переработки ВНИИКХ

Сташевски Зенон – зав. лабораторией селекции картофеля ГНУ Татарский НИИ сельского хозяйства.

Симаков Евгений Алексеевич – к. б. н., директор ВНИИКХ, руководитель селекционного центра

Склярова Надежда Петровна – к. б. н., зав. лабораторией селекции ВНИИКХ

Усков Александр Иринархович – к. б. н., зав. отделом биотехнологии и иммунодиагностики ВНИИКХ

Яшина Изольда Максимовна – д. с.-х. н., зав. отделом генетики ВНИИКХ

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ

ОТ БОЛЕЗНЕЙ, ВРЕДИТЕЛЕЙ И СОРНЯКОВ

Под общей редакцией С. Н. Еланского

Фото: Г. К. Журомский, З. Сташевски, С. Р. Майоров

Директор издательства – И. В. Корытов

Верстка: И. А. Смирнов
Обложка: И. А. Смирнов

По вопросам размещения рекламы в книгах издательства «Картофелевод» и на сайте **www.kartofel.org** пишите по электронной почте kartofelorg@yahoo.com или звоните 8(906)056-58-61.

Ответственность за содержание рекламных объявлений и номера указанных телефонов несет рекламодатель. Рекламируемые товары и услуги подлежат обязательной сертификации в случаях, предусмотренных законом.

Подписано к печати 11.03.2009
Отпечатано в типографии ФГУП «ПИК ВИНИТИ».
140010 Люберцы, Московская обл., Октябрьский пр., 403
Формат 60 × 88 1/16. Усл. печ. листов 17. Тираж 2000 экз.